



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Aspectos ambientales asociados al proceso de producción de la industria panelera y acciones encaminadas a la producción más limpia e impactos sobre la salud humana en el sector: una revisión de la literatura en México, Brasil y Colombia entre los años 2000 a 2020.

Angie Vélez Mejía
Diana María Carmona Taborda
Valentina Hoyos Ramírez

Universidad de Antioquia
Facultad Nacional de Salud Pública
“Héctor Abad Gómez”
Medellín, Colombia
2021



Aspectos ambientales asociados al proceso de producción de la industria panelera y acciones encaminadas a la producción más limpia e impactos sobre la salud humana en el sector: una revisión de la literatura en México, Brasil y Colombia entre los años 2000 a 2020.

Angie Vélez Mejía
Diana María Carmona Taborda
Valentina Hoyos Ramírez

Trabajo de grado para optar al título de Administración en Salud: Gestión Sanitaria y Ambiental

Asesor
Carlos Arturo Sandoval Casalimas
PhD en Educación

Universidad de Antioquia
Facultad Nacional de Salud Pública
“Héctor Abad Gómez”
Medellín, Colombia
2021

Cita	Vélez Mejía, Carmona Taborda y Ramírez Hoyos (1)
Referencia	(1) Vélez Mejía A, Carmona Taborda D, Hoyos Ramírez V. Aspectos ambientales asociados al proceso de producción de la industria panelera y acciones encaminadas a la producción más limpia e impactos sobre la salud humana en el sector: una revisión de la literatura en México, Brasil y Colombia entre los años 2000 a 2020 [Trabajo de grado profesional]. Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia; 2021.
Estilo Vancouver/ICMJE (2018)	



Biblioteca Salud Pública

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda

Decano/Director: José Pablo Escobar Vasco

Jefe departamento: Mónica Lucia Jaramillo Agudelo

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Este trabajo es dedicado a Dios y a nuestras familias: abuelos, padres, madres, hermanos e hijos que fueron el motivo y de quienes recibimos apoyo incondicional para el logro de este, en medio de una crisis mundial, fortaleciéndonos como personas y futuras profesionales.

Agradecemos a nuestra Alma Máter por ser el pilar y guiar las bases de nuestro conocimiento con la ayuda de docentes, en especial a los que hicieron parte del desarrollo de este trabajo.

Tabla de contenido

Glosario	11
Resumen	14
Introducción	15
1. Planteamiento del problema	18
1.1 Antecedentes	18
1.1.1 México	18
1.1.2 Brasil	18
1.1.3 Colombia	19
1.2 Descripción del problema	20
2. Justificación	22
3. Objetivos	23
3.1 Objetivo general	23
3.2 Objetivos específicos	23
4. Marcos de referencia	24
4.1 Marco conceptual	24
4.1.1 Sectores productivos y económicos de América Latina	24
4.1.2 La agroindustria panelera	25
4.1.3 Recursos naturales	32
4.1.4 Educación ambiental	33
4.1.5 Gestión ambiental	33
4.1.6 Problemática ambiental	33
4.1.7 Producción más limpia	35
4.2 Marco Geográfico	36
4.3 Marco normativo	37
5. Metodología	40
5.1 Tipo de investigación	40
5.2 Estrategia de búsqueda	41
5.2.1 Términos de búsqueda	42
5.2.2 Criterios de inclusión y exclusión	43
6. Aspectos Éticos	44

7. Aspectos Administrativos	45
8. Viabilidad y Factibilidad	47
9. Resultados	48
Capítulo I. Agroindustria panelera, proceso productivo y sus diferentes características	48
1.1 La agroindustria panelera.....	49
1.2 Aspectos del cultivo de la caña de azúcar	49
1.2.1 Morfología de la caña de azúcar.....	50
1.2.2 Eco-fisiología de la caña.....	52
1.3 Actividades de campo	53
1.3.1 Cultivo.....	53
1.3.2 Sistemas de siembra.....	55
1.4 Procesamiento de la caña – pos cosecha.....	57
1.4.1 Extracción de la caña.....	57
1.4.2 Transporte.....	58
1.4.3 Apronte de la caña.....	58
1.4.4 Almacenamiento de caña.....	59
1.5 Proceso de elaboración de la panela	59
1.5.1 Obtención de mieles.....	60
1.5.2 Extracción de jugos.....	60
1.5.3 Pre-limpieza.....	61
1.5.4 Clarificación de los jugos.....	61
1.5.5 Evaporación, concentración y punteo.....	62
1.5.6 Batido, moldeo, empaque y almacenamiento.....	62
1.6 Distribución y comercialización de la panela	64
1.6.1 Requisitos sanitarios para la distribución y comercialización de la panela para el consumo humano.....	65
Capítulo 2. Prácticas y aspectos ambientales implementados en la cadena productiva de la panela en Colombia, Brasil y México	69
2.1 Cadena productiva de la panela.....	69
2.1.2 Estructura general de la cadena productiva de panela.....	69
2.2 Colombia.....	71
2.2.1 Sobre la situación socioeconómica del sector panelero.....	72
2.2.3 Problemática en la cadena de comercialización de panela.....	72

2.3 Brasil	73
2.4 México	74
2.5 Problemas ambientales en la cadena productiva de la panela	75
2.5.1 Aspectos y prácticas ambientales en la producción de panela en países como Colombia, Brasil y México.	75
2.6 Impactos generados por la falta de prácticas ambientales.....	78
2.6.1 Impactos ambientales negativos en los procesos de producción de la panela.	82
Capítulo 3. Estrategias y componentes tecnológicos implementados en cada uno de los países seleccionados para este estudio y que contribuyen a mejorar la calidad de la salud ambiental y humana, a través de una producción más limpia en la cadena productiva de la panela.....	85
3.1. Problemáticas en la salud ambiental y humana asociada a la agroindustria panelera	86
3.2 La producción más Limpia el principal reto a ser afrontado	89
3.3 Estrategias para el mejoramiento del proceso productivo y mejoramiento de la sostenibilidad ambiental analizados a través de las experiencias y estrategias en cada uno de los países incluidos en este ejercicio reflexivo	90
3.3.1 Experiencias y estrategias en el caso colombiano.....	90
3.3.2 Experiencias y estrategias en el caso mexicano.....	99
3.3.3 Experiencias y estrategias en el caso brasilero.	104
10. Discusión.....	109
11. Conclusiones.....	112
12. Recomendaciones.....	113
13. Agradecimientos.....	114
Referencias	115
Anexos	129

Lista de cuadros

Cuadro 1 Plagas en la caña de azúcar.....	28
Cuadro 2 Normatividad en la industria panelera, México, Brasil y Colombia.	37
Cuadro 3 Variables de estudio.	41
Cuadro 4 Términos descriptores empleados en la búsqueda de información.	43
Cuadro 5 Recursos requeridos para el desarrollo del proyecto.....	45
Cuadro 6 Recursos naturales, prácticas y aspectos ambientales en la producción de panela.....	77

Listas de figuras

Figura 1. Expansión de la caña de azúcar a nivel mundial.....	25
Figura 2. Países de América Latina para el desarrollo del trabajo.	36
Figura 3. Preparación y adecuación del suelo para el sembrado de la caña de azúcar.....	54
Figura 4. Surcos para la siembra.	55
Figura 5. Sistema de siembra y germinación por chorrillo.....	56
Figura 6. Equipo de aplicación de agroquímicos para el control de malezas.	57
Figura 7. Alza y transporte de la caña.....	58
Figura 8. Técnica de almacenamiento de la caña en el trapiche.....	59
Figura 9. Diagrama de proceso para la producción de panela.	60
Figura 10. Etapa de pre-limpieza de los jugos y separación manual de la cachaza.	62
Figura 11. Moldeo y empaque de la panela.	64
Figura 12. Pesaje y sellado hermético de la panela.	64
Figura 13. Cadena productiva de la panela y eslabones que la conforman.	70
Figura 14. Modelo de matriz de impactos ambientales.	80
Figura 15. Modelo de matriz para cuantificar los impactos ambientales en la producción de panela.	81
Figura 16. Línea del tiempo, acciones en la agroindustria panelera, 2000 al 2020.	88
Figura 17. Estrategias de PML.....	89
Figura 18. Modelo de un molino eficiente.....	96
Figura 19. Sistema de tratamiento con franjas filtrantes.....	98
Figura 20. Sistema de tratamiento de pozo filtrante.	99
Figura 21. Tipos de molinos de tres mazas.....	102
Figura 22. Envasado mecánico y envasado manual.	103

Lista de anexos

Anexo 1. Matriz bibliométrica.	129
Anexo 2. Matriz bibliométrica para objetivos.	130
Anexo 3. Presupuesto	132

Glosario

Agroindustria: Subconjunto del sector manufacturero que procesa materias primas y productos intermedios agrícolas, forestales y pesqueros (FAO) (1).

Aspectos ambientales: Según la ISO 14001:2015, un aspecto ambiental es un elemento que deriva de la actividad empresarial de la organización (sea producto o servicio) y que tiene contacto o puede interactuar con el medio ambiente. Debemos matizar que hay diferencia entre los aspectos ambientales normales y los significativos, pues estos últimos pueden causar un impacto importante en el medio ambiente (2).

Extracción: implica cualquier actividad que retira los recursos de la naturaleza. Esto puede variar en escala, desde el uso tradicional de las sociedades preindustriales, a la industria global. Las industrias extractivas son, junto con la agricultura, la base del sector primario de la economía (3).

Caña de azúcar: Planta gramínea, originaria de la India, con el tallo leñoso, de unos dos metros de altura, hojas largas, lampiñas, y flores purpúreas en panoja piramidal, cuyo tallo está lleno de un tejido esponjoso y dulce, del que se extrae azúcar (4).

Impactos ambientales: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (5).

Industria: Conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales (4).

Manufactura: es el proceso de convertir la materia prima en productos, incluye el diseño del producto, la selección de la materia prima y la secuencia de procesos a través de los cuales será manufacturado el producto (6).

Medio ambiente: Conjunto de condiciones físicas, químicas y biológicas que rodean un organismo (7).

Mitigación: intervención pretendida para reducir la degradación en curso. Resulta en una etapa una vez que la degradación se haya iniciado. El objetivo principal es de detener la degradación continua y comenzar con el mejoramiento de los recursos y sus funciones (8).

Modificación del suelo: cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios (8).

Recurso natural: es un bien, una sustancia o un objeto presente en la naturaleza, y explotado para satisfacer las necesidades y deseos de una sociedad humana. Por lo tanto, se trata de una materia prima (3).

Riesgo ambiental: posibilidad de que por forma natural o por acción humana se produzca daño en el medio ambiente (2).

Panela: preparación tradicional derivada del jugo de caña de azúcar sin filtrar que se utiliza como endulzante natural en diferentes preparaciones de postres y bebidas dulces (9).

Política ambiental: conjunto de principios, criterios y orientaciones generales, formulados de forma estratégica, para la protección del medio ambiente, el mejoramiento de las condiciones ambientales, y en algunos casos, de manera específica, dan respuesta a problemas ambientales prioritarios (10).

Prevención: implica el uso de medidas de conservación que mantienen los recursos naturales y su medio ambiente productivos (8).

Proceso de producción: conjunto de actividades orientadas a la transformación de recursos o factores productivos en bienes y/o servicios. En este proceso intervienen la información y la tecnología, que interactúan con personas. Su objetivo último es la satisfacción de la demanda (11).

Producción artesanal: elabora objetos mediante la transformación de materias primas naturales básicas, a través de procesos de producción no industrial que involucran máquinas y herramientas simples con predominio del trabajo físico y mental (12).

Producción más limpia: aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente (13).

Subsector: Conjunto vertical de actividades en la producción y distribución de un grupo de productos estrechamente relacionados (14).

Sostenibilidad: satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (15).

Trapiche: molino para extraer el jugo de algunos frutos de la tierra, como la aceituna o la caña de azúcar (4).

Rural: perteneciente o relativo a la vida del campo y a sus labores (4).

Siglas

ASGCF: Alimentación y el servicio de gestión, comercialización y finanzas agrícolas.

BPA: Buenas prácticas agrícolas.

BRIX: unidad de cantidad (símbolo °Bx) y sirven para determinar el cociente total de materia seca (generalmente azúcares).

CEPAL: Comisión económica para América Latina Y el Caribe.

CIMPA: Centro de Investigaciones para la Agroindustria Panelera.

CORPOICA: Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FEDEPANELA: Federación Nacional de Productores de Panela.

IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

NMX: Normatividad mexicana.

PML: Producción más limpia.

Resumen

Con el objetivo de aportar a una consolidación de información del proceso productivo de la panela, los aspectos ambientales asociados y las acciones encaminadas a la producción más limpia e impactos sobre la salud humana en el sector, una revisión de la literatura entre los años 2000 a 2020 en países como México, Brasil y Colombia, se realizó una búsqueda inicial donde se incluyó toda la información relevante del subsector panelero, para poder identificar en los países estudios e investigaciones que pudieran contribuir con el desarrollo de los temas. Al no encontrarse información relevante o estudios que relacionen los aspectos ambientales con el proceso productivo de la panela de una forma general en América latina y en especial en los países mencionados, para ello como metodología se realizó una revisión sistemática utilizando como herramienta una matriz bibliográfica general y para cada objetivo, y así poder identificar y analizar la información, donde se codificó por países los temas relacionados en los objetivos, como características del proceso productivo de la panela, prácticas y aspectos ambientales relevantes de cada país, la cadena productiva y las alternativas utilizadas por cada país para una adecuada gestión ambiental en los trapiches para la producción limpia y los impactos sobre la salud humana en el sector.

Palabras claves: Producción panelera, México, Brasil y Colombia, manejo de trapiches, salud humana.

Abstract

With the aim of contributing to a consolidation of information on the production process of panela, associated environmental aspects and actions aimed at cleaner production and impacts on human health in the sector, a review of the literature between the years 2000 to 2020 in countries such as Mexico, Brazil and Colombia, an initial search was carried out where all the relevant information of the panela subsector was included, in order to identify studies and research in the countries that could contribute to the development of the topics. Since no relevant information or studies are found that relate environmental aspects to the panela production process in a general way in Latin America and especially in the countries mentioned, a systematic review was carried out as a methodology, using a general bibliographic matrix as a tool. and for each objective, and thus be able to identify and analyze the information, where the topics related in the objectives were coded by countries, such as characteristics of the panela production process, practices and relevant environmental aspects of each country, the production chain and alternatives used by each country for proper environmental management in the sugar mills for clean production and the impacts on human health in the sector.

Keywords: Panelera production, Mexico, Brazil and Colombia, sugar mill management, human health.

Introducción

Es importante conocer y comprender cómo influyen las actividades asociadas del sector panelero, el cual es uno de los más importantes en la agroindustria de América Latina y el mundo al deterioro de los recursos ambientales. Países como México, Brasil y Colombia sirven como referencia, ya que han aumentado su participación al paso de los años en este subsector. Esto y el procesamiento de la caña y la transformación de la panela causa efectos en los recursos naturales, ya que su proceso requiere utilizar productos que pueden contaminar el medio ambiente y dañar la salud humana, teniendo en cuenta que la manufactura de la caña es un fenómeno globalizado, se requiere de un manejo responsable ambientalmente.

En este contexto se hace necesario hacer énfasis en el proceso productivo, desde el cultivo de la caña hasta su distribución y consumo, puesto que, a pesar de las políticas y legislación dirigida a la protección, conservación y gestión del ambiente en cada país, se realiza de una forma artesanal o rústica, a través de los denominados trapiches, que generación tras generación han hecho parte del sustento económico y cultural de familias campesinas en países de Latinoamérica.

A propósito de la problemática con el manejo de los recursos naturales, la generación de contaminación y la mejora continua en los procesos que puedan impactar el medio ambiente y por lo cual se busca una producción más limpia y sustentable que contribuya no solo con el entorno sino con la salud humana, este trabajo recopila información al respecto planteando componentes de la actividad y proceso de la panela (rapadura, papelón o melaza como la llaman en los diferentes países de América Latina) donde se presume que no existen muchas diferencias

en los aspectos ambientales asociados a la actividad. Se empleará para el propósito una metodología de análisis documental en el marco de la agroindustria panelera en países donde ésta es considerada como la principal actividad económica rural.

Se recogerá información relacionada con el procesamiento del producto, los aspectos ambientales, técnicas de producción más limpia e impactos sobre la salud humana en el sector, particularmente en 3 países de América Latina, como: México, Brasil y Colombia. De acuerdo a la participación de cada país y sus condiciones, el objetivo será identificar exponer dichos los aspectos ambientales, que contribuyan a futuras intervenciones en el medio ambiente, en el marco de una producción más limpia y sustentable en el sector panelero.

1. Planteamiento del problema

1.1 Antecedentes

Al realizar la búsqueda de información sobre los temas que plantea este trabajo, tales como; aspectos ambientales, proceso productivo, actividades de producción más limpia en la industria panelera en países de América Latina: México, Brasil y Colombia, no se encontraron revisiones de la literatura que incluyeran estos temas en un mismo estudio o monografía. Sin embargo, se identificó que se ha dado un enfoque a través de investigaciones, informes, guías y organizaciones en algunos de estos aspectos, en los países objeto de esta revisión, como se indica a continuación.

1.1.1 México.

Dentro de la producción agroindustrial mexicana, la caña de azúcar es considerada la materia prima básica del país, se sabe que uno de los productos principales derivados de esta, es la panela o piloncillo, donde el procesamiento de este no se diferencia mucho del resto de los países. El principal productor en México es el Estado de Veracruz, allí el proceso del piloncillo se resume en extracción, evaporación y moldeado de la caña. Los aspectos ambientales derivados de este se han abordado mediante técnicas participativas, entrevistas y análisis FODA en las zonas rurales (16).

Un estudio realizado en el Estado de Veracruz demuestra cómo de forma alterna, el proceso de producción también tradicional, se generan impactos al ambiente. Teniendo en cuenta aspectos ambientales en el proceso como: el riego, la quema y la requema, el uso de agroquímicos, el uso del suelo, por lo que estos se vuelven tema principal de diferentes actores que plantean la diversificación, desarrollo de una industria panelera más sustentable (17).

1.1.2 Brasil.

El proceso productivo de la panela o rapadura como le llaman en este país, es uno de los principales focos de investigación en Brasil, con respecto a la agroindustria panelera por ser uno de los principales temas abordados en las investigaciones halladas, de las cuales se derivan varios temas asociados con la producción y sus aspectos ambientales.

Un ejemplo de ello es el estudio en el manejo socio ambiental da cana-de-açúcar e produção de rapadura na comunidade de Varginha, em Santo Antônio de Leverger, MT, Brasil, que fue publicado en la revista internacional de

desenvolvimiento local Interações, donde a través del tratamiento descriptivo como la entrevista y la observación, se describe el proceso de la rapadura y se concluye que la forma de trabajo viene de generación en generación, por lo cual, los aspectos en la gestión ambiental han tenido el mismo tratamiento (21).

Entre los aspectos ambientales asociados a la producción de panela en Brasil, se encontró que el manejo de la caña, en la producción de panela como el corte, la quema, la utilización de esta como combustible son tema de estudio, puesto que es visto como un factor condicionante del entorno que afecta la salud ambiental y humana (22).

1.1.3 Colombia.

Colombia es el primer consumidor a nivel mundial de panela y el segundo productor después de la India, de acuerdo a esto hay organizaciones como CORPOICA, que a través del Centro de Investigaciones para la Agroindustria Panelera - CIMPA, han contribuido a mejorar los procesos de producción a través de la implementación de nuevas tecnologías (25). A su vez la industria panelera en Colombia está representada por FEDEPANELA, Federación Nacional de Productores de Panela, quienes desde sus necesidades buscan un mejor desarrollo de sus actividades, por medio de guías, requisitos que deben tener los trapiches como lo establece la Resolución 79 del 2006, donde se define el reglamento técnico y sanitario que debe cumplir este sector (26).

La FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el servicio de gestión, comercialización y finanzas agrícolas ASGCF, en el informe “Panela CORPOICA, Producción de Panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina”, realizaron un estudio de diversificación de las estrategias, donde se mencionan diferentes proyectos, uno de ellos se refiere a la producción limpia en la agroindustria de panela colombiana que se compone de un conjunto de recomendaciones para la buenas prácticas agrícolas (BPA) en la elaboración de la panela, diseño de hornillas ecológicas para diferentes escalas productivas (18).

En general se han desarrollado guías, manuales donde se describe el proceso de la agroindustria panelera y el manejo ambiental que tiene según los riesgos y se dan lineamientos para la gestión ambiental, donde se tratan aspectos ambientales y se involucran ciertos recursos que después de su proceso, se transforman y modifican el medio ambiente, por lo cual se hace necesario implementar las guías técnicas que contribuyan a un proceso de producción más limpia (7).

1.2 Descripción del problema

En la búsqueda bibliográfica realizada en tres países de América latina sobre los temas objetivos de este trabajo: el proceso productivo de la panela desde la producción, distribución hasta su consumo los aspectos ambientales asociados características y las actividades relacionadas con la producción más limpia en la industria panelera, se evidenció que la mayoría de la información está enfocada en investigaciones y estudios presenciales. Así mismo, no se encontraron estudios de revisiones sistemáticas de la literatura o monografías que integren información consolidada y agrupada de países de América Latina referentes a la industria panelera, que es uno de los subsectores caracterizados por producir mediante la caña de azúcar lo que hoy conocemos como “panela”, un producto esencial de la canasta familiar y que se ha convertido en uno de los principales sustentos de las familias campesinas.

Este ejercicio de producción de panela pasa por diferentes procesos, los cuales requieren de herramientas técnicas, acciones, esfuerzos humanos y recursos, especialmente naturales para su producción, sin embargo, la vulnerabilidad por las inadecuadas prácticas sanitarias y ambientales e informalidad en la gestión ambiental de los recursos renovables de este ejercicio, factores de consumo y distribución, pueden no sólo traer afectaciones en la salud de sus trabajadores y las personas que consumen este producto, sino también provocar daños al medio ambiente, que no son controlados, ya que los procesos relacionados son bastantes artesanales.

Cabe señalar, que existen falencias en la disponibilidad de la información en muchos de los territorios de los diferentes países que están involucrados en la industria panelera, puesto que, pocos han logrado publicar información de dicho tema, esto posiblemente debido a que no se han generado suficientes recursos para consolidar informes escritos de investigación y estudios. Estas zonas donde no se logró encontrar información proporcionan grandes sesgos y desvíos para poseer información completa que abarque todo el territorio de los países de estudio.

Adicionalmente, el acceso a la información es limitado, la información que se encuentra es incompleta y dispersa. No se encuentran informes sistemáticos entre países de América Latina, lo que no permite obtener de manera agrupada datos que involucren los temas de estudio que son objeto de este trabajo, tener estudios escritos como referencias de antecedentes para nuevas investigaciones, profundizar en dichos temas o hacer comparaciones entre los países.

Teniendo en cuenta lo anterior, surge la necesidad de realizar una revisión de la literatura sobre el tema de interés de dicho trabajo que involucra el proceso productivo de la panela, los aspectos ambientales involucrados y las acciones

encaminadas a una producción más limpia en los países de América Latina como México, Brasil y Colombia; entre los años 2000 a 2020; para así, consolidar una revisión sistemática que permita generar otro tipo de investigaciones bien sea documentales o de intervención.

2. Justificación

La panela es un subproducto de la caña de azúcar, que es fabricado de una forma artesanal y rústica por campesinos en zonas rurales. Algunos de los países más representativos en producción y en consumo en América Latina son México, Brasil y Colombia, lo que constituye una relación de aspectos ambientales y falta de tecnificación en el proceso, al no encontrarse información relevante o estudios que relacionen los aspectos ambientales con el proceso productivo de la panela de una forma general en América latina y en especial en los países mencionados.

Se optó por sistematizar y analizar la información que ayude a mejorar las prácticas ambientales en el sector panelero y por esta vía se puedan mitigar los impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana. Es de señalar que, a nivel investigativo, hasta la fecha no se cuenta con un acopio de información específico sobre el tema, que incluya de manera integral todos los aspectos concernientes a la producción, comercialización y consumo de este producto que para el caso colombiano representa una fuente alimentaria de gran importancia en poblaciones de pocos recursos económicos, convirtiéndose en el primer País consumidor del mundo de este producto.

De otra parte, se decide incluir para la comparación Colombia, Brasil y México en virtud de que estos países dentro del concierto Latinoamericano representan a quienes tienen mejores acciones tecnificadas a nivel de la producción agrícola, lo que permitirá contrastar el papel de ese mayor desarrollo tecnológico sobre las posibilidades de una producción más limpia.

Aun así, la información que se encuentra es en general para todo el sector agrícola, o se toma como base una guía ambiental propuesta por un solo país, teniendo en cuenta que este sector productivo cada día aumenta más, junto con la población, economía y los aspectos ambientales son más visibles por la gran demanda y porque es un producto básico de la canasta familiar.

No deben ser entonces tomados como casos aislados sino como un escenario donde se incluyan dichos países teniendo en cuenta sus características productivas y ambientales, donde el común denominador es la producción de panela y aunque sea muy parecido su proceso de transformación en un producto final, los recursos naturales utilizados para su fabricación están sujetos a políticas nacionales muy generales y basadas en el contexto ambiental de otro país.

Lo que se pretende con la síntesis de este trabajo es tener información formal, estructurada que se pueda analizar para poder trabajar sobre los aspectos ambientales que pueden tratarse con el alcance de cada país.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Analizar las prácticas y aspectos ambientales asociados al proceso productivo de la panela, las acciones encaminadas a una producción más limpia y la mitigación de los impactos negativos sobre la salud humana que puedan evidenciarse a través de una revisión de la literatura entre los años 2000 a 2020 en países como México, Brasil y Colombia.

3.2 Objetivos específicos

- Describir el proceso productivo de la panela y sus diferentes características.
- Analizar las prácticas y aspectos ambientales implementados en la cadena productiva de la panela en Colombia, Brasil y México.
- Conocer las estrategias y componentes tecnológicos implementados en cada país que contribuyen a mejorar la calidad de la salud ambiental y humana, a través una producción más limpia en la cadena productiva de la panela.

4. Marcos de referencia

4.1 Marco conceptual

4.1.1 Sectores productivos y económicos de América Latina.

Tradicionalmente los sectores productivos se dividen en tres, según la categorización de sectores que da el Banco Mundial, La agricultura representa el sector primario y este incluye; la silvicultura, la caza, la pesca, cosecha y la cría de animales. El segundo sector está representado por la industria, la manufactura. El sector terciario se refiere a los servicios e incluye el comercio al por mayor y al por menor (que abarca hoteles y restaurantes), el transporte y los servicios de la administración pública, financieros, profesionales y personales como educación, atención médica y actividades inmobiliarias. (Banco Mundial, 2017)

La agricultura como base de la economía en los países de América Latina y parte del sector primario tiene una participación importante en la composición de las economías Latinoamericanas y su afectación por la extracción de las materias primas por lo que se habla de una agricultura responsable (27).

El crecimiento de la población en América Latina es acelerado por lo que se supone que haya un aumento en la producción de alimentos, pero paradójicamente el número de personas en el área rural dedicada a la producción de estos, cada vez es más baja por la migración a las ciudades. Aun así, el sector agrícola es de suma importancia en América Latina y contribuye a un gran porcentaje del PIB y la industria en estos países, lo que permite un desarrollo socio económico de la región para el bienestar de la población (28).

En este sentido se habla del bienestar ambiental, ya que esta actividad productiva tiene sus efectos en el medio ambiente, puesto que el hombre manipula los ecosistemas para cubrir la demanda de alimentos, también genera tecnologías y químicos que utilizados en ellos provocan cambios irreversibles.

Hoy en día existen diferentes retos que debe enfrentar este sector: la desaceleración económica mundial y el cambio climático, la pobreza rural. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la agricultura disminuye la pobreza y el empleo rural, pero hay aspectos ambientales que no se pueden controlar como el cambio climático, la sequía y la pérdida de cosechas, razones por las cuales disminuye el empleo. (29)

4.1.2 La agroindustria panelera.

4.1.2.1 La panela.

La panela es un alimento natural y es producida a partir de la caña de azúcar mediante procesos de evaporación. La producción de panela es de gran tradición en la agroindustria rural en países Latinoamericanos. Esta se procesa en pequeñas unidades llamadas trapiches, se extrae jugo de la caña, el cual después de un proceso se solidifica y se moldea en forma de bloque. Esta labor es realizada por campesinos, los cuales deben ser conocedores del manejo del cultivo de la caña, debido a que comprende factores ambientales, como la presión atmosférica, radiación solar, temperatura, humedad, características del suelo y técnicas. (18)

En la figura 1, se muestra la expansión de la caña de azúcar por América Latina y el mundo, lo que ha permitido que se convierta en un alimento básico de la canasta familiar. Esta industria genera gran impacto en el sector rural y socioeconómico. Los países de América Latina constituyen la principal región azucarera y por ende allí se da en gran parte la transformación de este producto en panela. (30)

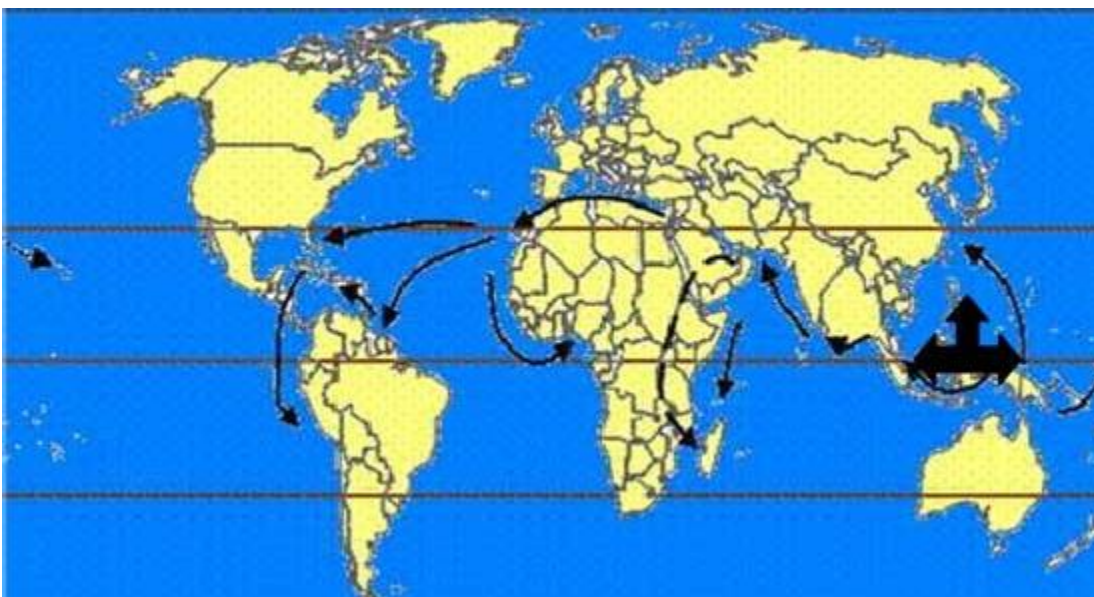


Figura 1. Expansión de la caña de azúcar a nivel mundial.

Fuente: Fedepanela Colombia-Santiago de Cali, 2007.

4.1.2.2 Proceso productivo de la panela.

El azúcar cruda o azúcar mascabado es el producto cristalizado que se obtiene por evaporación del jugo producido en la molienda de la caña de azúcar y que se consume sin haber sido sometida a procesos de refinación, como es el caso de otros tipos de azúcar producidos industrialmente como la azúcar comercial refinada

blanca que se consigue en los expendios de abastos y supermercados a nivel nacional, que se obtienen con una serie de procesos químicos para la cristalización del producto (7).

Es por ello, que el sector panelero es una agroindustria que transforma el jugo de la caña en un producto sólido llamado panela. Este proceso requiere una infraestructura que de alguna manera genera un impacto ambiental, ya que para su actividad necesita hacer uso de materiales combustibles que expelen a la atmósfera gases generados en la combustión, que generan enfermedades respiratorias, o incluso alteraciones genéticas; también está el uso de otros recursos naturales, como son el agua y algunas especies vegetales nativas (mucílago vegetal) (7).

4.1.2.3 Actividades de campo.

Dentro de las actividades de campo, tenemos las que se desarrollan en la actividad panelera:

- Adecuación del terreno.
- Elección del sistema de siembra.
- Siembra.
- Desarrollo del cultivo.
- Proceso de post cosecha.
 - **Adecuación del terreno.**

Esta preparación varía de acuerdo con el tipo de suelo: en suelos duros y compactos, que no sean bien preparados, no penetra bien el aire, ni el agua, ni el calor se difunde a las capas profundas esto sucede cuando se usan arados de poca profundidad; de tal manera que el sistema radical será muy superficial, lo que facilitaría el volcamiento y el aprovechamiento de los nutrientes del suelo es muy reducido.

- **Sistema de siembras.**

Los sistemas de siembras dependen fundamentalmente del grado de desarrollo tecnológico que se esté manejando en la región y en zonas mecanizadas la distancia entre surcos se ha establecido en 1.50 m, la disposición de la semilla se realiza a chorrillo. En zonas no mecanizadas, el sistema de siembra se realiza por el método de mateado con distancia entre plantas de 0.30 a 0.50 m y distancia entre surcos de 1.0 a 1.3 m.

La Siembra se refiere a la disposición del material vegetal en el suelo y se divide en dos: Sistema a chorrillo donde la semilla se coloca acostada en el fondo surco y se cubre 5 cm con tierra. El sistema mateado donde en una cajuela se depositan dos o tres esquejes de tres yemas por hoyo usando como semilla el cogollo (7).

- **Riego del cultivo.**

Se considera una buena práctica de riego aquella que permita restaurar el déficit de humedad del suelo en la zona de la raíz con un mínimo de pérdidas por percolación y un mínimo de desperdicio por escorrentía al final del recorrido.

- **Métodos de riego.**

Por Surcos: más usado, adaptable a suelos con pendientes inferiores al 3% en 59 surcos rectos, aplicable en suelos con buena velocidad de infiltración y baja probabilidad, no permite un fácil control en la lámina de riego aplicada, no es un medio eficiente para la aplicación de fertilizantes, no sobrepasa el 40% en cuanto a eficiencia, necesita un buen abastecimiento de agua y una longitud óptima del surco.

Aspersión: más costoso que el anterior, no es exigente en nivelación de suelos, permite su implementación en suelos con pendientes mayores o iguales al 3%, preferido cuando los suelos son muy livianos con alta capacidad de infiltración, mejor control del agua en el caso de láminas de aplicación pequeñas, permite la incorporación de fertilizantes en forma fácil, económica y eficiente, en comparación con el método por surcos este tiene ventajas que radican en los altos costos de instalación, operación y mantenimiento.

Goteo: muy costoso, muy frecuente cuando usar el agua es un factor limitante, eficiencia cercana al 98%, gran maximización en el uso de este recurso (31).

- **Plagas en la caña de azúcar.**

En el cuadro 1, se mencionan algunas de las plagas más comunes en la caña de azúcar, la principal materia prima para la elaboración de la panela, la cual debe ser de buena muy calidad, y se convierte en un aspecto ambiental a tener en cuenta en el proceso de la producción de esta, puesto que se deben emplear controles, que de alguna u otra forma impactan el medio ambiente.

Cuadro 1. Plagas en la caña de azúcar.

Nombre vulgar	Nombre científico	Orden:Familia
Taladradores	<i>Diatraea saccharalis</i>	Lepidoptera: Pyralidae
Taladrador gigante	<i>Castnia licus</i>	Lepidoptera: Castniidae
Escarabajo rinoceronte	<i>Podischnus agenor</i>	Coleoptera: Scarabaeidae
Picudo de la caña	<i>Metamasius hemipterus</i>	Coleoptera: Curculionidae
Candelilla	<i>Aeneolamia varia</i>	Hemiptera: Cercopidae
Tara	<i>Rhammatocerus spp</i>	Orthoptera: Acrididae

Fuente: Ingenio pichichi, servicio de diagnóstico de plagas y enfermedades. Santiago de Cali, 2013.

- **Control de plagas y enfermedades.**

Se utilizan trampas, cebos o para el caso del control de diatraea, se hace control biológico con liberaciones de trichogramma. Se refiere a los procesos que se deben seguir para que el cultivo se desarrolle libre de plantas que puedan competir por nutrientes en una época determinada del crecimiento de las cañas.

Cuando el cultivo tiene entre 30 y 50 cm de altura se aplican herbicidas una sola vez, cuando se siembra por parejo. En zonas donde se siembra mateado, este control se realiza con ayuda de herramientas manuales tales como: azadones o guadañas y se hace cuando el cultivo no ha alcanzado un estado de desarrollo tal que “cierre” y ahogue de manera natural las plantas o malezas que pueden competir por nutrientes.

- **Cosecha.**

Se refiere al corte de las cañas para procesarlas en el trapiche, el cual depende de las condiciones socioeconómicas y características culturales de la zona donde se desarrolle la actividad. Se puede distinguir dos métodos de corte:

Corte por entresaque, consiste en seleccionar las cañas maduras de un lote o lotes, dejando en campo las inmaduras y el corte por parejo, utilizado en sistemas tecnificados donde se controlan las épocas de sistemas de siembra para garantizar un crecimiento parejo del cultivo (7).

4.1.2.4 Proceso de Post cosecha.

- **Apronte.**

En esta operación se reúnen las labores de recolección de la caña cortada en los lotes, su transporte desde el lote hasta el trapiche y su almacenamiento, previo a la extracción de los jugos en el molino, el transporte se hace mediante angarillas y también de forma mecánica en tractores.

- **Extracción.**

En esta etapa del proceso también llamada molienda, la caña es pasada por el molino o tren de molinos, con el objeto de ser sometidos a la compresión de los rodillos para propiciar la salida del líquido o de los tallos. Del proceso de extracción se obtiene el jugo y el bagazo; el primero continuo su proceso hasta convertirse en panela, el segundo es llevado hasta la bagacera donde se almacena con el propósito de disminuir la humedad y luego ser utilizado en las hornillas como combustible.

- **Pre-limpieza de los jugos y limpieza de los jugos.**

Consiste en la limpieza del jugo a temperatura ambiente una vez salido del molino, utilizando para ello un equipo de decantación denominado pre limpiador, que por efecto de la gravedad envía al fondo las partículas más pesadas; retirando una fracción importante de los sólidos presentes en el jugo como son: partículas de tierra, arena y lodo. De manera simultánea en estos recipientes se separan por flotación las partículas livianas como hojas, bagacillo, insectos, etc. El sistema de Pre-limpieza se sitúa a la salida del jugo del molino.

También conocido como descachazado, consiste en retirar con la ayuda de los remellones las impurezas sólidas retenidas en los jugos y que repercuten en la calidad final de la panela. La limpieza se realiza por medios físicos de separación sencillos, a través de calor a agentes químicos, como son las cortezas de especies vegetales que actúan como floculantes o aglutinantes, en esta parte del producto se genera un subproducto llamado cachaza el cual se puede utilizar posteriormente en alimentación animal.

Con el propósito de conservar este subproducto por más tiempo, se deshidrata en una paila llamada cachacera ubicada al final de la hornilla generando un nuevo subproducto conocido como “melote”.

- **Evaporación y concentración.**

En esta fase del proceso se elimina la mayor cantidad de agua presente en el jugo, de tal manera que los sólidos se concentran hasta alcanzar su estado de miel, en un valor cercano a los 60° Brix, esta unidad de medida se refiere al grado de dulzor que tiene un determinado alimento, en este caso la panela, cuantos más grados BRIX mayor dulzor (32).

El tiempo de evaporación debe ser lo suficientemente rápido para evitar la excesiva formación de azúcares reductores que inciden negativamente en la calidad final del producto.

- **Generación de calor en la hornilla.**

La energía que se requiere para lograr elevar la temperatura hasta la evaporación del agua presente en los jugos y las mieles (temperatura de ebullición). Se consigue a través de la combustión del bagazo seco, entregando el calor necesario de forma directa a los recipientes donde se concentra la miel.

- **Punteo.**

En esta fase se logra la mayor concentración de los sólidos llegando a un valor cercano a los 90° Brix, comúnmente esta etapa se conoce con el nombre de punteo.

En este punto del proceso productivo, se corre el riesgo de quema de la miel por efecto de la temperatura y el tiempo de permanencia de las mieles en la paila, por esta razón esta labor la realiza un operario con experiencia y entrenamiento específico.

- **Batido y moldeo de la panela.**

Esta operación consiste en pasar la miel a unas bandejas, en este caso de madera, en donde con la ayuda de palas pequeñas, dos operarios baten la miel y la enfrían para pasarla finalmente a la zona de moldeo. En esta etapa se da forma a la masa de miel con la ayuda de moldes como los cocos y las gaveras para ofrecer diversas presentaciones.

- **Empaque y almacenamiento.**

Es la protección superficial del producto ante la manipulación, acción del medio ambiente y las condiciones climáticas de almacenamiento. Está definido como el espacio, recinto o bodega donde permanece el producto hasta que es ofrecido a los consumidores (7).

4.1.2.5. Proceso de distribución y comercialización.

En el proceso de distribución y comercialización de la panela se realizan diversas actividades de manipulación y de presentación a fin de agregar utilidad y hacer atractivo el producto para el consumidor final, como lo son: almacenamiento, clasificación, normalización, empaque y transporte (33).

Dentro de la estructura de la distribución se integran componentes sociales y económicos que participan en los procesos que conducen el producto, desde su origen hasta su destino final. Es importante tener una infraestructura de distribución o comercialización, para que se cumpla la tarea de trasladar el producto desde la producción hasta el consumo. Esta se puede clasificar según criterios de origen y de uso. Por su origen se divide en dos clases: de propiedad pública y de propiedad privada. Por su uso se divide según la actividad comercial, es decir que puede ser una infraestructura de:

- Acopio: centros de acopio.
- Mercado mayorista: como centrales de abastos, bodegas, cuartos fríos, módulos de abasto.
- Distribución detallista: plazas de mercado, locales comerciales, furgones.
- Transporte: vehículos
- Servicios de apoyo: sistemas de comunicación e información.
- Almacenamiento: silos, bodegas, cuartos fríos.

Para el caso de la distribución de la panela esta actividad se desglosa en una comercialización mayorista y minorista. La función mayorista es la más importante en el proceso de distribución, dado que ocurren cambios en frecuencia, intensidad y especialización. Es el preámbulo para que el alimento llegue a su destino final o consumidor, convirtiéndose en un producto de la canasta familiar y dosificándose a los requerimientos de una distribución urbana (34).

Se puede decir que se define un comportamiento de oferta por parte de los productores y demanda por parte de los consumidores. La producción de panela se destina casi en su totalidad al mercado nacional para su consumo directo. En cuanto a la comercialización de esta se asimila a un mercado de competencia perfecta, debido a que el número de productores y consumidores son a grande escala (35).

4.1.2.6 Factores de consumo.

Dentro de las interacciones entre las actividades humanas y el medio ambiente físico, químico y biológico se encuentra como parte fundamental la salud vista de una forma completa. Esto se refiere a un ambiente social, como la producción agrícola, industrial y energética, uso y manejo del agua y desechos de urbanización,

distribución del ingreso, servicios públicos. Al igual que el ambiente físico químico que comprende; el suelo, aire, agua, alimentos, patógenos, clima y contaminantes. El ambiente biológico como la flora, fauna y hábitats.

Es decir que existe una exposición a riesgos que hacen vulnerable a la salud humana, como el hecho de satisfacer las necesidades básicas del ser humano, en este caso la alimentación donde existen peligros que pueden darse por varias rutas de exposición: aire, agua, suelo. Por ejemplo, el uso del agua y contaminación, ya que esta es indispensable para la producción de alimentos, transporte, alimento de animales y riego de plantas. Por lo anterior se podría ocasionar un impacto a la salud si el agua no reúne las condiciones necesarias para su uso.

Se podría afirmar que al incluir la panela en nuestra alimentación se está consumiendo agua que puede estar contaminada y ocasionar riesgos microbiológicos (bacteria, virus) químicos (metales, plaguicidas, subproductos de desinfección) toxinas. Por otro lado, cuando se consume cualquier alimento estamos generando residuos que entran en contacto directo o indirecto en las diferentes etapas del manejo tanto en la producción como en el consumo (36).

En este sentido los consumidores quienes son el último eslabón en el proceso de distribución y estos se pueden ver como el extremo opuesto a los productores, donde un factor muy importante es la cantidad de demanda de los alimentos en consecuencia al tamaño de una población, lo que afecta directamente al medio ambiente y a los recursos naturales. Gran parte de la problemática se centra en la falta de educación al consumidor. Por eso muchas de las costumbres o hábitos no corresponden a los principios de racionalidad en las técnicas comercialización, sanidad y nutrición. Esta educación al consumidor permitirá mejorar no solo la calidad de la alimentación sino el aprovechamiento del medio ambiente y su cuidado (37).

4.1.3 Recursos naturales.

Por recurso natural se entiende a todo componente de la naturaleza, susceptible de ser aprovechado en su estado natural por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades. Esto significa que para que los recursos naturales sean útiles, no es necesario procesarlos, por ejemplo, mediante un proceso industrial. Al mismo tiempo, los recursos naturales no pueden ser producidos por el hombre (33).

Según Cabrerizo (2016), recurso natural es todo aquello que la humanidad obtiene de la naturaleza para satisfacer sus necesidades de bienes y servicios, de manera directa (materias primas) o indirecta (recursos naturales culturales que proporcionan servicios ecológicos indispensables para la continuidad de la vida (38).

4.1.4 Educación ambiental.

La educación ambiental es la relación que existe entre valores, habilidades, convivencia, cultura y su medio físico o entorno. Esta se entiende como un proceso educativo, donde se transmite conocimiento de los conceptos sobre la protección ambiental, y se integran los valores, el desarrollo de hábitos y conductas preventivas con el medio ambiente. Es por eso, que en dicha educación está enmarcada la salud ambiental, la cual recoge elementos importantes como el manejo de residuos en todas las etapas desde la recolección, separación, transporte, almacenamiento, pretratamientos, tratamientos y disposición final, la seguridad alimentaria desde el manejo de la panela, producción y consumo sostenible de los recursos naturales utilizados en el proceso.

En este sentido se prevé las consecuencias ambientales que se pueden generar con la actividad panelera e involucra las medidas que se deben llevar a cabo. Se busca minimizar los efectos negativos en el entorno y maximizar beneficios (33).

4.1.5 Gestión ambiental.

La gestión ambiental incluye herramientas y acciones para optimizar los recursos naturales y humanos y así prevenir la contaminación.

Un ejemplo es cuando el productor de panela se encuentra planeando el proceso de producción y en la actividad de limpieza de los jugos o descachazado, tiene varias opciones para hacerlo una puede ser verter el producto a una fuente de agua cercana y aumentar la contaminación o regar este producto sobre el suelo de manera indiscriminada.

Lo apropiado debería ser cocinarlo para su almacenamiento y para esto debe tener los implementos necesarios para la gestión ambiental. (7)

4.1.6 Problemática ambiental.

4.1.6.1 Aspectos ambientales.

Se pueden diferenciar aspectos ambientales normales y significativos, estos últimos causan mayor impacto al medio ambiente. Para ello se debe hacer una identificación de aspectos, de acuerdo con la normatividad gubernamental teniendo como base algunos aspectos claves con los que la empresa puede trabajar según su actividad. También se puede identificar en los productos o servicios que pueden generar cambios en el ambiente, como contaminación, ya sea por incidentes que ocurrieron antes o evaluaciones anteriores.

Es importante identificar los aspectos ambientales para determinar cuáles pueden afectar el medio ambiente y en qué magnitud con el fin de establecer prioridades. La producción de panela se da bajo prácticas culturales, donde interactúan estos

aspectos y que pueden resultar nocivos para el medio ambiente. Por ejemplo, en la producción de panela existe la relación de causa y efecto, entre el suelo y la fertilización, la adecuación, su característica semipermanente que devuelve agua al medio ambiente (39).

Algunos factores determinantes y dispuestos en la normatividad (ISO 14001:2015) para determinar la importancia de los impactos son:

- Uso de agua, energía, productos químicos y materias primas.
- Lugar de almacenamiento de productos.
- Lugar de vertido de agua.
- Emisiones al aire.
- Lugar de vertido en el suelo.
- Materiales peligrosos.
- Situaciones fuera de lo normal.

4.1.6.2 Impactos ambientales.

Se define impacto ambiental como la “modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”. Un huracán o un sismo pueden provocar impactos ambientales, hoy en día el enfoque de la evaluación de impactos ambientales se enfoca en la prevención de los mismos, es decir los impactos que podrían ser provocados por actividades, proyectos (impactos potenciales) (5).

En el caso de algunos países latinoamericanos y el Caribe hay una creciente preocupación por incluir las evaluaciones del impacto ambiental, como instrumento preventivo y de gestión del medio ambiente (40).

- **Tipos de impactos ambientales.**

Existen diversos tipos de impactos ambientales, pero fundamentalmente se pueden clasificar, de acuerdo con su origen, en los provocados por:

El aprovechamiento de recursos naturales ya sean renovables, tales como el aprovechamiento forestal o la pesca; o no renovables, como la extracción del petróleo o del carbón. Todos los proyectos que producen algún residuo (peligroso o no), emiten gases a la atmósfera o vierten líquidos al ambiente. Ocupación del territorio. Los proyectos que al ocupar un territorio modifican las condiciones naturales por acciones tales como desmonte, compactación del suelo y otras (5).

4.1.7 Producción más limpia.

La PML (Producción Más Limpia) es una estrategia para mejorar la ecoeficiencia de los procesos en las empresas mediante la optimización de los usos de los materiales y de energía. Al realizar proyectos de PML, la empresa puede mejorar la eficiencia de la planta, ahorrar materias primas e insumos utilizados en el proceso, reducir el impacto ambiental de las actividades que se desarrollan en la misma, todo esto traduciéndose en una reducción de costos y un mejoramiento en la imagen ambiental de la empresa (41).

Se pueden resumir los beneficios de la producción más limpia en los siguientes aspectos:

- a. Permite la optimización del proceso.
- b. Ahorro de costos.
- c. Reduce el uso de materias primas e insumos en general.
- d. Mejora la eficiencia operativa de la planta.
- e. Eleva la calidad de los productos.
- f. Permite la recuperación de los materiales provenientes de los subproductos del proceso.
- g. Reduce la producción de residuos, así como de los costos asociados a su correcta disposición.
- h. Permite minimizar emisiones y descargas en la fuente.
- i. Reduce riesgos para la salud humana y ambiental.
- j. Fortalece la competitividad.
- k. Posiciona una imagen favorable de la empresa ante clientes, proveedores, socios, comunidad y entidades financieras. (42)

4.1.7.1 Manejo ambiental de trapiches para una producción más limpia.

Esta es una estrategia utilizada para una producción más limpia, consiste en el manejo óptimo de los recursos naturales y materias primas para el proceso productivo de la panela, para que los impactos ambientales negativos se disminuyan y se puedan controlar. Para que se puedan tener resultados debe estar organizada y tener un seguimiento.

Etapas del manejo ambiental de trapiches:

- Diagnóstico.
- Identificar entradas y salidas.
- Identificación de impactos al ambiente.
- Identificación de fuentes.

- Medición.
- Priorización.
- Diseño de registros de control.
- Medidas.
- Documentos. (43).

4.2 Marco Geográfico

La revisión de la literatura se llevó a cabo en tres países de América Latina los cuales son México, Brasil y Colombia. Países contemplados dentro de los mayores productores de panela en su mayoría de América del sur,

En la siguiente figura se muestran los países de América Latina para el desarrollo del trabajo.



Figura 2. Países de América Latina para el desarrollo del trabajo.

4.3 Marco normativo

En el presente trabajo se recopilaron las normas regularizadoras que orientan las políticas aplicadas respecto al proceso de producción de la industria panelera en países como México, Brasil y Colombia. El panorama jurídico – legal de cada país es diferente a sus necesidades en materia de regulación.

A continuación, se expondrán las principales normas relacionadas con la industria panelera en los países ya mencionados para el desarrollo del trabajo (cuadro 2).

Cuadro 2. Normatividad en la industria panelera, México, Brasil y Colombia.

País		
México	Brasil	Colombia
Norma Mexicana NMX-F-274-1984. Determinación de grados Brix en muestras de meladura; masas cocidas; mieles “A” y “B” de refinería y miel fina (44).	Decreto-Lei. No. 6.389 de 1944. Declara isenta de limitação a produção de rapaduras e dá outras providências.	Ley 40 de 1990. Normas para la protección y desarrollo de la producción de la panela y se establece la cuota de fomento panelero (48).
NMX-F-371-1991. Método de muestreo para el bagazo de la caña de azúcar.	Decreto-Lei. No. 9.827 de 1946. Dispõe sobre a produção açucareira e dá outras providências.	Resolución 16379 de 2003. Reglamenta el control metrológico del contenido de producto en preempacados (49).
NMX-F-326-1991. Método para toma de muestras de caña de azúcar preparada para su proceso de molienda en la elaboración de azúcar.	Lei. No. 1.201 de 1950. Isenta de contribuição ao I.A.P.I. os empregados de engenho de fabricação de rapadura e desfibramento de agave e fibras semelhantes.	Resolución 2546 de 2004. Reglamento técnico de emergencia a través del cual se señala los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para el consumo humano y se dictan otras disposiciones (50).
NMX-F-280-1991. Determinación de humedad en muestras de bagazo de caña de azúcar.	Lei. No. 4.870 de 1965. Dispõe sôbre a produção açucareira a receita do Instituto do Açúcar e do Álcool e sua aplicação, e dá outras providências.	Resolución 5109 de 2005. Reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano.

País		
México	Brasil	Colombia
NMX-F-276-1991. Determinación de humedad en muestras de cachaza.	Lei. No. 8.393 de 1991. Extingue a contribuição e o adicionales incidentes sobre as saídas de açúcar, os subsídios de equalização de custos de produção de açúcar.	Resolución 779 de 2006. 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.
NMX-EE-048-SCFI-2004. Establece las especificaciones mínimas de calidad que deben cumplir los sacos que se usan para envasar azúcar.	Decreto. No. 54166 de 2010. Declara de interesse social, para fins de reforma agrária, o imóvel rural denominado "Boqueirão, Rapadura, Nova Olinda e Data Palmeira.	Resolución 3462 de 2008. 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 disposiciones.
NOM-251-SSA1-2009. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.	Decreto. No. 10.084 de 2019. Aprova o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar e determina ao Conselho Monetario Nacional	Resolución 3544 de 2009. Se modifica el artículo 11 y el artículo 13 de la Resolución 779 de 2006, sobre envase y rotulado respectivamente.
NMX-F-742-COFOCALEC-2012. Especificaciones y métodos referentes al sistema producto panela - denominación y otros alimentos.	Ato da presidência de 2008. Dispõe sobre a mecanização da colheita da cana-de-açúcar e dá outras providências (47).	Resolución 333 de 2011. Reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano. (49)

País		
México	Brasil	Colombia
NMX-F-392-SCFI-2012. Establece el sistema de símbolos aplicables a las materias primas, productos en proceso, productos terminados y subproductos de los ingenios azucareros. Numeral 3.17 Pi = Piloncillo o panela (45).		Resolución 2674 de 2013. Requisitos sanitarios en cuando a las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución, comercialización de alimentos, materias primas y registro sanitario. (114)
NMX-F-596-SCFI-2016. Establece las especificaciones y los métodos de prueba para el producto denominado Piloncillo 100% de jugo de caña de azúcar		Resolución 2008029671 de 2008 del INVIMA. Procedimiento para la Inscripción de los Trapiches Paneleros y las Centrales de Acopio de Mieles Vírgenes procedentes de Trapiches Paneleros. (51)
PROY-NOM-170-SEMARNAT-2017. Límites máximos permisibles de emisión provenientes de generadores de vapor que utilizan bagazo de caña de azúcar como combustible.		
NMX-R-087-SCFI-2018. Otorgamiento y uso de la etiqueta o sello ambiental en productos- Especificaciones (46).		

5. Metodología

5.1 Tipo de investigación

Con el objetivo de tener una idea clara y coherente del estudio, se realizó una investigación documental. Esta es una serie de métodos y técnicas de búsqueda, procesamiento y almacenamiento de la información contenida en los documentos, en primera instancia, y la presentación sistemática, coherente y suficientemente argumentada de nueva información en un documento científico, en segunda instancia. Es decir, un instrumento que ayuda a mecanizar y automatizar la información, que para este caso la búsqueda se realizará desde el año 2000 hasta el 2020.

- **Diseño de la investigación.**

Para la compilación de la información, se realizó una revisión sistemática de la literatura, un arqueo de fuentes, que consiste en consultar lo que más se pueda sobre el tema seleccionado y que esté a nuestro acceso, como: internet, bibliotecas online, bases de datos. Este proceso partirá de información secundaria o de referencia, estudios, libros, publicaciones, revistas, cibergrafía.

- **Variables del estudio.**

Para la realización del estudio se tuvo en cuenta las variables de una matriz bibliométrica, donde se definieron acorde a los objetivos específicos planteados para una mejor comprensión en la búsqueda de la información, después de filtrada la matriz bibliométrica general se construyó para cada objetivo específico una matriz en Excel, con el fin de ir desarrollando el contenido de estos y para ello se tuvo en cuenta otras variables seleccionadas de acuerdo al análisis de los documentos y la información necesaria, como se muestra en los anexos 1 y 2.

En el cuadro 3, se presentan las variables para la construcción de la matriz general, lo que permitirá seleccionar la información a incluir en el proyecto de manera coherente y organizada.

Cuadro 3. Variables de estudio.

Variable	Descripción
Título	Nombre del trabajo
Tema	Tema principal del trabajo de investigación
Palabras claves	Palabras claves de cada trabajo
Año	Año en que se realizó el trabajo de investigación
Autores	Investigador(es) participantes en cada trabajo
País/Ciudad	País donde fue realizado el trabajo de investigación
Tipo de trabajo	Qué tipo de metodología se implementó para realizar el trabajo
Idea central	Idea central del trabajo realizado
Resultados	Resultados del trabajo que se realizó
Conclusiones	Conclusiones del trabajo que se realizó
Referencia bibliográfica	Referencia bibliográfica de cada trabajo de investigación
Link	Link de cada trabajo de investigación

5.2 Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda inicial planteada para la formulación del proyecto se realizará previamente con los siguientes términos:

- Aspectos ambientales en la producción de panela AND América Latina.
- Aspectos ambientales en la producción de panela AND México.
- Aspectos ambientales en la producción de panela AND Brasil.
- Aspectos ambientales en la producción de panela AND Colombia.
- Agroindustria panelera (Colombia, Brasil, México).
- Factores de consumo caña de azúcar.
- Distribución y comercialización caña de azúcar.
- Impactos ambientales en la producción de panela AND México.
- Impactos ambientales en la producción de panela AND Brasil.
- Impactos ambientales en la producción de panela AND Colombia.
- Panela AND producción.
- (Panela OR producción OR América Latina).
- (Panela OR producción OR México).
- (Panela OR producción OR Brasil).
- (Panela OR producción OR Colombia).
- Piloncillo AND producción.

- Rapadura AND producción.
- Producción más limpia de la panela AND América Latina.
- Producción más limpia de la panela AND México.
- Producción más limpia de la panela AND Colombia.

Esto con la finalidad de que la búsqueda obtenga resultados significativos y que cumpla con el objetivo general planteado. Se empleó en la búsqueda palabras claves que correspondan a la temática del proyecto y que serán reconocidas en las diferentes fuentes de información como la FAO, páginas oficiales del gobierno de cada país de estudio y guías ambientales como la de FEDEPANELA.

Las bases de datos que se incluyeron en el estudio serán de datos nacionales e internacionales como: SciELO, dialnet, el buscador google académico, repositorios académicos de varias universidades de cada país y páginas oficiales de cada gobierno. Además, se crearán cadenas de búsqueda, a través de palabras claves utilizadas en los artículos que pudieran adaptarse a la búsqueda y las referencias bibliográficas que nos llevaran a otros artículos referentes al tema.

5.2.1 Términos de búsqueda.

Se utilizó diferentes combinaciones con los términos descriptores, la cual consistió en cruzar el concepto central que es la panela con los tres países que conforman el objeto de estudio, también en compañía de los conceptos de aspectos ambientales, proceso de producción y producción limpia.

Los términos descriptores definidos para la realización de la investigación se encuentran compilados en el cuadro 4.

Cuadro 4. Términos descriptores empleados en la búsqueda de información.

Término descriptor
Panela
Piloncillo
Rapadura
Caña de azúcar
Producción
Aspectos ambientales
Producción más limpia
Impacto sobre la salud
Distribución y comercialización de panela
Consumo de panela
Mercado de la panela
Cadena productiva

5.2.2 Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión.

- Texto completo o capítulo de un texto.
- De libre acceso.
- Base de datos de fuentes oficiales.
- Escrito en español o portugués.
- Publicado entre el año 2000 a 2020.
- Países de América Latina.
- Trabajos de investigación, guías, fichas técnicas, artículo de revista, libros, monografía, trabajos de grado, tesis o informe institucional o acompañado de algún recurso natural: en el título, resumen o palabras claves.
- Trabajos que se hayan realizado en países de América Latina.
- Países con desarrollo tecnológico agropecuario significativo en la producción de panela.

Criterios de exclusión.

Se excluyeron 20 países pertenecientes a América Latina ya que, en la búsqueda bibliográfica no se encontraron trabajos suficientes referentes al tema sobre la producción de la panela y los impactos generados por este proceso; además, estos países no son productores significativos de la región de América latina y no cuentan con un desarrollo tecnológico agropecuario elevado.

6. Aspectos Éticos

Debido a que este proyecto no representa ningún riesgo, según el artículo 11 literal, a) de la RESOLUCIÓN NÚMERO 8430 DE 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas.

“Investigación sin riesgo: son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta” (52)

Este se desarrolla teniendo en cuenta los límites de búsqueda de la información, se consideran los principios éticos fundamentales para el diseño e investigación, los cuales guían la conducta de las investigadoras, para así recolectar conocimiento confiable, mejorar y apuntar al objeto de estudio en el cual también se utilizará información normativa, descriptiva y académica.

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo se basa en información de alta calidad y proveniente de investigaciones, informes técnicos, resultantes de trabajos anteriores, por lo cual, en la recolección de datos e información, se cuidará el respeto a los créditos de autor y propiedad intelectual; igual manera, se indicarán con claridad las fuentes bibliográficas de las que han sido obtenidas. Respecto a las normas a seguir con relación a lo anterior, la (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) OMPI plantea que:

La Propiedad intelectual (PI): “tiene que ver con las creaciones de la mente, invenciones, las obras literarias y artísticas, los símbolos, los nombres, las imágenes y los dibujos y modelos utilizados en el comercio” (53).

En Colombia los derechos de autor se regulan en: Art. 61 Constitución Política de Colombia, el Art. 671 del Código Civil, Ley 23 de 1982 Sobre Derechos de Autor, Ley 1520 del 13 de abril de 2012, entre otras.

En este sentido el desarrollo de este proyecto de nivel universitario a realizar por estudiantes requiere de protección, manejo y reconocimiento de sujetos como autores, publicadores, investigadoras para que haya transparencia en la nueva creación de información o criterios del diseño de la monografía (54).

7. Aspectos Administrativos

Para dar cumplimiento a las actividades propuestas que apuntan al desarrollo de los objetivos, se estableció un cronograma, en el que se incluyen todas las actividades a realizar por las investigadoras a lo largo de los 9 meses, en los que está previsto la ejecución del proyecto y que van desde octubre de 2020 hasta junio de 2021.

En cuanto a la parte del presupuesto se incluyen los gastos básicos para llevar a cabo el proyecto, los mismos se refieren a recursos financieros, equipos, recursos de operación destinados a la obtención de servicios de información, documentación y comunicación, mantenimiento de equipos y actualización de programas. Los recursos de material bibliográfico y cibergráfico provendrán de las bases de datos que dispone la Universidad de Antioquia. Los demás gastos se asumirán a nivel de especie aportados por las investigadoras. Ver anexo 3. En el cuadro 5, se clasifican los recursos que son necesarios y disponibles para el proyecto.

Cuadro 5. Recursos requeridos para el desarrollo del proyecto.

Categoría	Recurso	Descripción	Cantidad	Tipo de recurso
Infraestructura	Equipo	Portátil	3	Especie
	Celular gama media	Móvil para comunicación entre los integrantes del proyecto y asesores	3	Especie
	USB	Guardar información	3	Especie
	Impresora	Impresión trabajo final	1	Especie
Operación	Mantenimiento	Mantenimiento de equipos	3	Fresco
	Actualización de programas	Programas de Office actualizados para realizar el proyecto	3	Fresco

	Conexión internet	Asesorías, trabajo y búsqueda de información	3 paquetes de datos	Especie
	Materiales - papelería	Papel para impresión del trabajo	1 resma	Especie
		Borrador		
	Cartuchos	Impresión de trabajo	2	Especie

8. Viabilidad y Factibilidad

La viabilidad del proyecto está relacionada con el compromiso y la disponibilidad de recursos como: tiempo, información accesible y suficiente, y por último un acompañamiento técnico académico apropiado.

Algo que coadyuvará a fortalecer la viabilidad y factibilidad del proyecto, es que el mismo beneficiará en el mediano y largo plazo a los propios trapiches paneleros mediante la apropiación de buenas prácticas de la producción de la panela derivadas de la revisión de experiencias en los tres países analizados.

En relación con los asuntos éticos este trabajo salvaguarda en los requerimientos exigidos al respecto; las investigadoras no tienen impedimento alguno para adelantar el mismo.

9. Resultados

Capítulo I. Agroindustria panelera, proceso productivo y sus diferentes características

Respecto al proceso productivo de la panela en el ámbito global de la agroindustria, esta se caracteriza por ser un proceso de unidades a pequeña escala, rústicas y realizadas por comunidades o familias, la cual se convierte en la principal fuente de sustento para estas. De acuerdo con las condiciones donde se desarrolla esta actividad, la mayor parte se da en pequeños trapiches con poca capacidad y con dificultades para expandir su mercado.

Con el fin de describir y entender dicho proceso, conocer las principales características, este capítulo recopila información de guías utilizadas por el sector de la agroindustria panelera, información científica y conceptual, estudios y avances, catálogos y manuales que son utilizados por los productores de panela y las autoridades ambientales. De este modo, se explicará el concepto de la agroindustria panelera y su importancia, su proceso productivo, donde en primer lugar se expondrán las diferentes características de la caña, la cual pasa por una etapa de cultivo, cosecha y actividades de campo, y de post cosecha para finalmente ser distribuida y comercializada.

En ese sentido, los temas a tratar serán una descripción amplia, de cada etapa donde ordenadamente se dividen en seis temas y estos en subtemas, los primeros cuatro están relacionados con la morfología de la caña, donde se describe cada una de sus partes y la eco-fisiología de esta que se refiere a la luz, temperatura, precipitación, vientos, suelo y clima que la pueden afectar. Se plantea entonces las actividades de campo; cultivo, y sistemas de siembra, procesamiento de la caña post cosecha; extracción de la caña, transporte, apronte y almacenamiento. El quinto tema explica la elaboración de la panela luego de haberse sometido la materia a un proceso de transformación, y por último se hace referencia a las actividades de distribución y comercialización del producto final.

De esta manera, se busca brindar elementos conceptuales y básicos que ayuden a orientar las actividades de producción de la panela, entendiéndolo como un conjunto de operaciones que sirven como base para cualquier otra agroindustria del sector rural, poniéndolo como un sector representativo para los campesinos, para el sector industrial y ambiental.

Para entender este concepto, el Banco Mundial define como agroindustria: a la empresa que elabora materias primas agrícolas, como cultivos superficiales y

1.1 La agroindustria panelera

arbóreos y los productos ganaderos. A su vez La FAO define La Agroindustrial Rural (AIR) como la actividad que permite aumentar y retener en las zonas rurales, el valor agregado de la producción de las economías campesinas, a través de la ejecución de tareas de post-producción, tales como la selección, el lavado, la clasificación, el almacenamiento, la conservación, la transformación, el empaque, el transporte y la comercialización, de productos agropecuarios, del mar y del bosque (55).

La agroindustria rural puede ser tradicional o moderna y tiene las siguientes características:

- La mayoría de los productos de la AIR son bienes de consumo final (del 51 al 97%),
- Los mercados de las AIR son principalmente locales, pero algunas veces alcanzan también niveles nacionales, regionales y, en algunos casos, internacionales.
- Los consumidores de los productos de la AIR son pobladores rurales y urbanos de medianos y bajos ingresos (55).

Se podría considerar la agroindustria panelera dentro de este sector como uno de los principales, puesto que el cultivo de la caña de azúcar es una actividad agrícola de gran importancia socioeconómica en el mundo. Por ejemplo, en Colombia, dentro de los cultivos permanentes, ocupa el segundo lugar en extensión con 249.384 hectáreas, después del café. Del área total cultivada, el 61% se dedica a la producción de panela; el 32% a la producción de azúcar, y el 7% a mieles, guarapos y forrajes (56).

Según cifras de la FAO, 25 países en el mundo producen panela, y Colombia es el segundo productor después de la India. Para el período 2015–2018, la India concentró el 60% de la producción mundial, mientras que Colombia cerca del 14,8%; es evidente por tanto que la producción mundial de panela se concentra en estos dos países (57).

Aun así, siendo la agroindustria panelera uno de los sectores económicos más importantes se ve afectada por limitaciones en su desarrollo, por la producción artesanal, ya que su proceso se da en los denominados trapiches que dentro su estructura básica cuenta normalmente con cuatro espacios: zona de descargue, zona de transformación o preparación, zona de moldeo y empaque, y zona sanitaria. Como tal el sistema productivo de la caña cuenta con muy pocas estrategias tanto tecnológicas como de mercado que se trataran en los siguientes capítulos de este trabajo (57).

1.2 Aspectos del cultivo de la caña de azúcar

1.2.1 Morfología de la caña de azúcar.

La caña de azúcar pertenece a la familia de las gramíneas, concretamente al género *Saccharum*. Las variedades cultivadas son híbridos de la especie *officinarum* y otras afines (*spontaneum*) (58).

El tallo es esponjoso, conserva jugos ricos en azúcares, en especial sacarosa, la producción empieza después del primer corte entre 12 a 18 meses, esto depende de la zona donde esté ubicado. Genéticamente es una planta monoica, lo que quiere decir que puede producir separadamente en la misma planta inflorescencias tanto masculinas como femeninas (59).

Las partes básicas de la estructura de una planta que determinan su forma son: la raíz, el tallo, las hojas y la inflorescencia. Por lo tanto, es conveniente conocer la morfología de la planta y las características básicas de una variedad con el propósito de identificarlas y así evitar mezclas en un mismo lote que puedan ser indeseables. A continuación, presentamos la descripción de la morfología de la caña de azúcar:

- **Sistema radical:** constituye el anclaje de la planta y el medio para la absorción de nutrientes y agua del suelo. El sistema, se conforma por dos tipos de raíces:
 - Raíces primordiales: corresponden a las raíces de la estaca original de siembra. Pueden ser delgadas o gruesas, ramificadas o no y su período de vida llega hasta los 3 meses de edad, momento de la aparición de las raíces de los nuevos brotes.
 - Raíces permanentes: brotan de los anillos de crecimiento de los nuevos brotes. Son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento y su proliferación avanza con el desarrollo de la planta. Su cantidad, longitud y edad depende de la variedad y de las condiciones de suelo y humedad. La raíz de la caña es fasciculada y puede clasificarse como: amplia, mediana y pequeña, gruesas o delgadas, abundantes o escasas y largas o cortas.
- **El tallo:** es el órgano más importante de la planta de caña, puesto que en él se almacenan los azúcares. El número, diámetro, color y hábitos de crecimiento dependen de la variedad. La longitud de los tallos, en gran parte, depende de las condiciones ambientales de la zona y del manejo que se le dé a la variedad (59).
- **El nudo:** es la porción dura y más fibrosa del tallo que separa dos entrenudos vecinos. Se encuentra conformado por el anillo de crecimiento, la banda de raíces, la cicatriz foliar, el nudo propiamente dicho, la yema y el anillo ceroso. La forma de la yema y su pubescencia es diferente en cada variedad y por lo tanto son muy usados para la identificación de éstas. En el nudo se identifican las siguientes partes: anillo de crecimiento, banda de raíces, cicatriz foliar, yema y poro germinativo (59).

- **El entrenudo:** es la porción del tallo localizada entre dos nudos. El diámetro, el color, la forma y la longitud cambian con la variedad. El color es regulado por factores genéticos, cuya expresión puede ser influenciada por condiciones del medio ambiente y en especial por la exposición directa a la luz. Sus formas más comunes son: cilíndrico, abarrilado, constreñido, cónico, cónico invertido, curvado (59).
- **Meristemo apical:** se encuentra en la parte terminal del tallo y está rodeado por los primordios foliares. Dependiendo de la variedad, los tallos o plantas pueden, además, presentar el brotamiento de yemas laterales conocidas con el nombre de lalas y crecimiento de brotes tiernos o chulquines al pie de las cepas (59).
- **Hoja:** se origina en los nudos y se distribuye en posiciones alternas a lo largo del tallo. Cada hoja está formada por la lámina foliar y por la vaina o yagua. La forma de la lígula y de la aurícula permite diferenciar variedades (59).
- **Lámina foliar:** es la parte más importante para el proceso de fotosíntesis; su disposición en la planta difiere con las variedades, siendo las más comunes la pendulosa y la erecta. La lámina foliar es recorrida en toda su longitud por la nervadura central; los bordes de la hoja presentan protuberancias en forma aserrada, cuyo número y longitud varían con las variedades. Tanto la longitud y el ancho de las hojas como su color, que puede ir desde el verde claro a uno más oscuro, dependen de la variedad (59).
- **Yagua o vaina:** es de forma tubular, envuelve el tallo y es más ancha en la base. Puede tener pelos urticantes en cantidad y longitud que cambian con las variedades o carecer de ellos. Su color puede variar desde verde, cuando jóvenes, hasta rojo-púrpura cuando alcanzan su madurez. La intensidad de su adherencia al tallo depende de la variedad (59).
- **La flor:** es una inflorescencia en panícula sedosa en forma de espiga. Las espiguillas dispuestas a lo largo de un raquis contienen una flor hermafrodita con tres anteras y un ovario con dos estigmas. Cada flor está rodeada de pubescencias largas que le dan a la inflorescencia un aspecto sedoso. La floración ocurre cuando las condiciones ambientales de fotoperíodo, temperatura, disponibilidad de agua y niveles de nutrientes en el suelo son favorables. La floración, según la escala cualitativa, se puede clasificar como abundante, escasa, mediana, temprana, tardía, ausente (59).

1.2.2 Eco-fisiología de la caña.

El concepto de ecología se define como el estudio de las relaciones recíprocas entre los organismos y su medio ambiente. Los factores ecológicos que constituyen el ambiente en el cual se desarrolla una planta son: climático, biótico y edáfico. Por otra parte, los factores más importantes que afectan la fotosíntesis de una planta son: la luz, la temperatura, el CO₂, la disponibilidad de humedad, los nutrientes, la porción de la hoja y su posición en el tallo, la edad de la planta y las diferentes variedades. Con base en estos dos factores, ecológicos y fisiológicos, se estudia el ambiente y su influencia sobre el desarrollo del cultivo (56).

- **Luz:** La intensidad lumínica es responsable de la tasa de fotosíntesis e incide sobre el crecimiento de la caña y el desarrollo vegetativo del tallo. Aunque se hagan esfuerzos por mejorar las condiciones del suelo, los rendimientos se reducirán en zonas donde los factores de clima son desfavorables. Además, influye en el rendimiento de azúcar pues la producción de sacarosa puede reducirse hasta en 35%, cuando se cultiva la caña en zonas de alta nubosidad y bajo brillo solar (56).
- **Temperatura:** Es un factor importante tanto para el desarrollo de la caña, como para la elaboración y acumulación de la sacarosa. Existe una relación directa entre la elongación del tallo y la temperatura media mínima mensual: a medida que ésta última se incrementa, hay mayor crecimiento del tallo, con lo cual el periodo vegetativo se reduce y el rendimiento por hectárea y por mes, aumenta. La caña se desarrolla con excelentes resultados en zonas donde la temperatura media fluctúa entre 25 y 27°C. La temperatura ideal del suelo para el desarrollo normal de las raíces y la toma de nutrientes oscila entre 29 y 32°C (56).

Es importante recalcar que el desarrollo del cultivo está directamente correlacionado con la temperatura media, pero la concentración de azúcares y la calidad de la panela dependen de los componentes morfológicos que identifican el nudo y entrenudo del tallo de caña de azúcar.

- **Precipitación:** el agua es indispensable para la formación de carbohidratos (azúcares) y es un factor determinante de la producción. La caña necesita de 8 a 9mm de agua/ha/día durante la época de verano (días calurosos), y entre 3 y 4mm/ha/día en la época más fría (56).
- **Vientos:** es importante hacer referencia a los vientos, ya que en zonas en donde hay influencia de fuertes vendavales, estos arrancan las plantaciones y cuando son calientes y secos aumentan la transpiración de las plantas y resecan el suelo. Esto lleva a un consumo mayor de agua por parte de la planta (56).

- **Suelo:** la caña crece en diferentes tipos de suelos, no es muy exigente y se desarrolla bien en los suelos de características texturales francoarcillo-arenoso y los arcillo limosos. No crece bien en suelos arenosos, sin retención de humedad, ni en los demasiado pesados, arcillosos, sin drenaje interno, que causan encharcamiento (59).
- **Clima:** los factores climáticos que afectan el cultivo de caña son: radiación (longitud de onda, intensidad, fotoperíodo), temperatura (aire, suelo), agua (cantidad, frecuencia y agua del suelo) y gases atmosféricos (CO₂, altitud, cambios de presión y vientos (59).

1.3 Actividades de campo

1.3.1 Cultivo.

La caña se cultiva en climas tropicales y cálidos especialmente. Para el uso panelero existen variedades conocidas como: POJ (negra, barnis y blanca) Morada de fruta, cubana, etc. Todas tienen hidratos de carbono, entre ellos compuestos de sacarosa, glucosa y fructosa.

- **Adecuación del suelo:** la adecuación de la tierra comprende las labores de planificación de los lotes de caña, definición de sus dimensiones y construcción de acequias y caminos para movilizar la caña cortada. Además, se realizan las labores de limpieza y descepada, levantamiento topográfico, diseño de campo, nivelación, subsolado, arado, rastrillado, surcado, construcción de canales de riego y construcción de drenajes (60).
- **Preparación del suelo:** para sembrar la caña se abre un hueco en el cual se deposita uno o varios trozos de semilla, para así dar a la producción de la caña de azúcar. Para el cultivo de la caña panelera específicamente, se utilizan las prácticas de:
 - Corte y quema de rastrojo: consiste en cortar la madera y luego quemar los residuos en forma localizada y de manera amigable con el ecosistema. Esta práctica disminuye la población de algunas plagas, sin embargo, las quemas frecuentes dejan machones de suelo cubierto vulnerables a la erosión así mismo, puede dar al resecamiento del terreno quedando privado de materia orgánica donde impide el retorno de pasto y hojas.
 - Preparación manual del suelo: es un método cuando no se tiene maquinaria disponible y consiste en renovar las socas viejas con pica y luego abrir el hoyo donde se va a depositar la semilla.
 - Preparación con arado de bueyes: se realiza para zonas sobre pastoreados y se hace con arado de vertedera donde el número de pases del bueye

depende del tipo de suelo, la profundidad de siembra y el volumen de residuos vegetales o malezas que sea necesario desmenuzar (60).

La anterior practica o actividad se muestra en la figura 3, donde se puede observar la adecuación y preparación del suelo para el sembrado de la caña de azúcar.



Figura 3. Preparación y adecuación del suelo para el sembrado de la caña de azúcar.

Fuente: CORPOICA-CI Tibaitatá, 2006.

Surcos para la siembra: se efectúa con surcadores si hay maquinaria disponible o manual con pica y azadón. En zonas lluviosas se debe surcar con pendientes moderadas para evacuar el agua de escorrentía. Los surcos deben ser trazados con profundidades de 20 a 30 cm, ancho de 30 cm y longitudes en laderas no sobrepasar los 60m como se muestra en la figura 4 (60).



Figura 4. Surcos para la siembra.

Fuente: CORPOICA – C.I. Tibaitatá, 2006.

1.3.2 Sistemas de siembra.

El sistema de siembra depende del grado de tecnología que se utilice y depende de la topografía del terreno. El sistema de chorrillo y mateado son los más utilizados, más adelante se dará una breve descripción de cada uno.

- **Selección de semillas:** al seleccionar la semilla debe tenerse en cuenta las siguientes características las cuales estén libre de plagas y enfermedades, tenga un estado nutricional adecuado, edad de corte y el tamaño recomendados, que sea una semilla pura (libre de mezcla de otras variedades) y que tenga yemas funcionales. Esto garantiza que la semilla proporcione germinación uniforme, rápido desarrollo, cierre temprano y evite las resiembras. La semilla para siembra puede obtenerse del cogollo, de bretones de plantaciones maduras, de plantilla o primeras socas y de semilleros normalmente tiene entre 25 y 35 cm de longitud y dos a tres yemas; pero en regiones de producción más artesanales se utilizan semillas que llegan entre 80 a 100 cm (60).
- **Siembra:** la siembra debe realizarse al inicio de las lluvias. De acuerdo con la calidad de la semilla, se sembrará por el sistema de siembra a chorrillo o mateo.
 - Siembra por chorrillo: la semilla se coloca en el fondo del surco y se cubre con una delgada capa de suelo para no afectar la germinación. De acuerdo con la calidad de la semilla, se sembrará por el sistema chorrillo sencillo empleado para semillas de muy buena calidad y donde se tienen

condiciones climáticas excelentes. La distribución de trozos de semilla se puede hacer en hilera sencilla, uno tras otro en serie. El sistema de chorrillo medio es para las semillas de calidad media y hay cambios en el clima que pueden afectar la germinación, la semilla se coloca en una hilera continua y al lado una hilera discontinua.

- Por último, está el sistema de chorrillo doble cuando no se tiene seguridad sobre la calidad de la semilla y/o se espera tiempo seco en el cual se colocan dos hileras continuas (60).
- -Siembra por mateado: se utilizan las semillas de cogollo donde se ponen dos o tres esquejes, con tres yemas cada uno. En algunas regiones se ponen una semilla en hoyos cuadrados con inclinaciones de 45 – 60° o dos semillas en un hoyo de forma horizontal (60).



Figura 5. Sistema de siembra y germinación por chorrillo.

Fuente: CORPOICA – E.E. CIMPA, 2000.

- **Resiembra:** es rehabilitar los espacios perdidos de terreno donde las cepas y retoños hayan desaparecido. Este se realiza corte tras corte para así mantener entre aproximadamente 110 a 125 mil tallos por hectárea al momento de la cosecha (60).
- **Fertilización:** es importante de una buena fertilización del suelo para que así la germinación del cultivo tenga una capacidad grande de absorción de nutrientes y rendir mejores cosechas de la caña de panela (60).
- **Control de arvenses:** el control de malezas debe realizarse en forma integrada, combinando técnicas culturales mediante prácticas de preparación de suelos sistemas y distancias de siembre, semillas de buena calidad, fertilización, riego, control de plagas y enfermedades. También controles

manuales con la pala y el azadón, y el control mecánico el cual se tienen al tractor o a los bueyes. Por último, están los controles químicos que se efectúan a través de productos específicos para la caña usándolos de manera adecuada segundo su guía técnica y que sean amigables con el medio ambiente. Algunos productos a base de Ametrina, Atrazina, Diurón y Metribuzina, han dado resultados exitosos en el control de arvenses en caña (60).

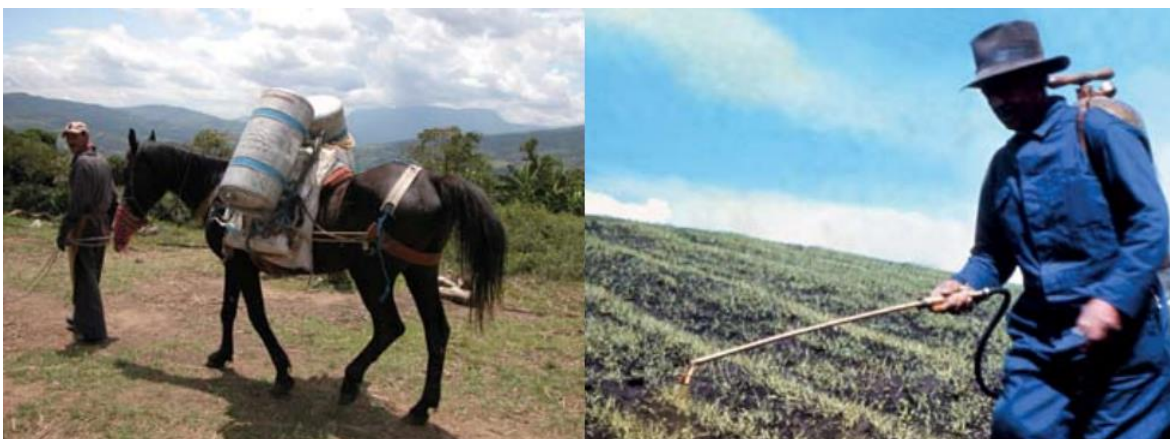


Figura 6. Equipo de aplicación de agroquímicos para el control de malezas.

Fuente: CORPOICA - Tibaitatá, 2006.

1.4 Procesamiento de la caña – pos cosecha

1.4.1 Extracción de la caña.

La extracción de la caña se da después del corte bajo sistemas de corte por entresaque que es muy utilizado por pequeños productores que utilizan el sistema de siembra mateado, el cual consiste en recolectar las cañas maduras, dejando en el campo las inmaduras para su posterior cosecha. Mientras que el sistema de corte por parejo, es utilizado en cultivos tecnificados, donde debido al crecimiento uniforme de los tallos, éstos maduran a la misma edad. El corte en los dos sistemas debe hacerse a ras de tierra ya que, un corte de caña mal realizado disminuye la vida de las socas.

Así mismo, se debe tener en cuenta el nivel de madurez de la caña, donde si se quiere producir panela de buena calidad se deben seleccionar cañas maduras con alto contenido de sacarosa. Tradicionalmente los agricultores utilizan procedimientos empíricos que son el conociendo de la edad de corte para cada variedad mediante curvas de sacarosa a diferentes semanas de desarrollo del cultivo y mediante el índice de madurez a través de un refractómetro; equipo que mide la concentración de sólidos solubles en una gota de jugo de caña (56).

1.4.2 Transporte.

Para el transporte de la caña se utilizan camiones, cargueros y animales como mulas el cargue se hace de forma manual y se lleva hacia el trapiche (56).



Figura 7. Alza y transporte de la caña.
Fuente: CORPOICA – Tibaitatá, 2006.

1.4.3 Apronte de la caña.

Corresponde al conjunto de operaciones: corte, alce y transporte (CAT) y almacenamiento de la caña en el trapiche. El tiempo del apronte debe ser lo más corto posible para evitar la deshidratación del tallo y la aceleración en el desdoblamiento de la sacarosa (glucosa y fructuosa), lo que redundaría en disminución de la producción de panela y de su calidad, Ya en el trapiche, la caña no debe permanecer en espera por más de tres días, pues al sobrepasar este tiempo se presentan aún mayores incrementos en los contenidos de azúcares reductores, lo cual afecta la eficacia del proceso de limpieza y se obtendrá una panela de consistencia excesivamente blanda (panela seruda). En cualquier condición, es recomendable almacenar la caña bajo techo para protegerla del sol. En la figura 8 se aprecia como debe ser el almacenamiento adecuado de la caña, la acula es transportada por una mula para su descargue en el trapiche (56).



Figura 8. Técnica de almacenamiento de la caña en el trapiche.

Fuente: Recomendaciones técnicas para el almacenamiento de la caña – Valle del Cauca 2015.

1.4.4 Almacenamiento de caña.

La caña debe almacenarse a la sombra para evitar que el sol deshidrate el tallo y acelere el desdoblamiento de la sacarosa, pues esto redundaría en disminución de la producción de panela y de su calidad (61).

1.5 Proceso de elaboración de la panela

En la siguiente imagen (Figura 9) se muestra de forma esquemática el proceso para la elaboración de panela, donde se consideran todas las etapas de transformación de la caña en panela.



Figura 9. Diagrama de proceso para la producción de panela.
Fuente: Guía Técnica de Agroindustria Panelera. Ecuador, 2007.

1.5.1 Obtención de mieles.

En esta etapa se inicia el proceso de transformación de la materia prima, hasta obtener las mieles para elaboración o moldeo de la panela. Tras las operaciones de acondicionamiento como: la molienda o extracción de jugos, pre-limpieza de los jugos, clarificación y encalado de los jugos, concentración de mieles (6).

1.5.2 Extracción de jugos.

La extracción, es el primer paso en lo que se denomina molienda de la caña, de aquí sale un residuo llamado bagazo que debe ser secado para luego reutilizarlo como combustible en las hormillas. Hay varios métodos para la extracción del jugo de la caña, el más utilizado es por compresión sistema que se basa en la trituración de rocas (60).

Cuando se realiza de forma netamente mecánica, el porcentaje de extracción alcanzado es de hasta un 68%, mientras que cuando se aplican solventes al bagazo y se implementa un proceso de lixiviado se puede obtener hasta un 75% de jugo (Corantioquia 2002) (62).

La transformación del jugo en panela alcanza de 90 a 92° B y, del total de jugo procesado, entre un 2 y 3% se convierte en cachaza, la cual, al deshidratarse se transforma en una masa gelatinosa llamada melote, importante en la alimentación animal (56).

1.5.3 Pre-limpieza.

En esta etapa se retiran impurezas gruesas de carácter no nutricional por medios físicos (decantación y flotación en el pre limpiador), térmicos (en las primeras pailas) y bioquímicos (con los aglutinantes). Comprende tres operaciones: pre limpieza, clarificación y encalado.

El jugo crudo (guarapo) y sin clarificar se limpia en frío utilizando un sistema de decantación natural, por efecto de la gravedad, desarrollado por el CIMPA y que se ha denominado Pre-limpiador. Este dispositivo retiene por precipitación una importante proporción de los sólidos contenidos en el jugo de la caña, como son partículas de tierra, lodo y arena; simultáneamente, por flotación, el prelimpiador separa partículas livianas como bagacillo, hojas, insectos, etc. Las impurezas flotantes se deben retirar varias veces durante la molienda; también se deben retirar periódicamente los tapones de los orificios inferiores para evacuar los lodos acumulados en el fondo del prelimpiador; otra labor es asear como mínimo 2 o 3 veces durante la molienda. Todas las anteriores labores constituyen una BPM en el manejo de este equipo.

El jugo sale del pre-limpiador por la parte intermedia y se dirige hacia la paila recibidora de la hornilla panelera a través de una tubería. La pre-limpieza elimina precursores que dañan el color de la panela, tierra, bagacillo y muchas impurezas, y contribuye a reducir el consumo de bagazo y mantener la calidad del jugo sin que se fermente o avinagre. El pre-limpiador debe estar situado entre la salida del molino y el pozuelo o paila recibidora, aprovechando la gravedad para la conducción de los jugos. Cuando el volumen de molienda es de, mínimo, una tonelada de caña por hora, con extracciones de jugo mayores al 55%, es recomendable ubicar un segundo pre-limpiador a continuación del primero, para asegurar una limpieza completa de los jugos (56).

1.5.4 Clarificación de los jugos.

En esta etapa se realiza un proceso de extracción de sólidos en suspensión, las impurezas como: gomas, ceras, grasas, pigmentos flocculan sobre el jugo, en otras palabras, se separan los azúcares del jugo y para ello se utilizan unas tinajas de clarificación a una temperatura moderada. Todo esto para obtener una miel, panela con buenas características en su color y sabor (62).

Por eso se utilizan plantas y otras sustancias químicas como bicarbonato de sodio o cal comestible para ajustar la acidez del jugo, el cual debe estar (pH 5,8 y 6,0) con el fin de separar dichas impurezas y clarificar para mejorar la apariencia del jugo

de la caña (61) de los sólidos que se separan de forma manual, resulta la cachaza que luego sirve como alimento para los equinos, por su alto nivel nutricional (62).

En la figura 10 se muestra la etapa de pre limpieza manual o extracción de sólidos de los jugos que luego se solidifican y se moldean.



Figura 10. Etapa de pre-limpieza de los jugos y separación manual de la cachaza.
Fuente: CORPOICA – Tibaitatá, 2006.

1.5.5 Evaporación, concentración y punteo.

Terminada la clarificación, se inicia la evaporación del agua, aumentando de esta manera la concentración de azúcares en los jugos. En esta etapa, el calor suministrado es aprovechado básicamente en el cambio de fase del agua de líquido a vapor, con lo cual se aumenta el contenido inicial de sólidos solubles hasta el punto de panela. Cuando los jugos alcanzan un contenido de sólidos solubles cercano a los 70°B, adquieren el nombre de mieles y se inicia la concentración. En este punto, los jugos se recogen en el fondo puntero o panelero y se les agrega un agente antiadherente y antiespumante (aceite de palma, manteca vegetal o cera de laurel) para homogeneizar la miel y evitar que se quemé la panela (60).

Este se realiza en dos tinajas generalmente, deben ser de acero inoxidable por la ebullición constante de la miel. El primer paso es recibir el jugo clarificado en la primera tina, este se hace por gravedad y el paso a la segunda tina de forma manual. Para luego dar paso al punteo, en la cual la miel alcanza la concentración óptima y el producto tiene una textura homogénea, esto depende de la temperatura (61).

1.5.6 Batido, moldeo, empaque y almacenamiento.

El batido y el moldeo son los procesos de cierre en la elaboración de la panela para después ser sometidas al enfriamiento y secado. Después del producto estar en el punto ideal de concentración se debe batir para evitar que la miel se quemé, este también sirve para mejorar el color y enfriar el producto. Requiere de movimientos

continuos y en un tiempo prolongado hasta que se solidifique o se vuelva en granos (60).

Cuando la panela se enfría y adquiere su forma sólida definitiva y la consistencia necesaria para el desmolde, como se muestra en la figura 11 (moldeo), los moldes se retiran, se les limpia de boronas de panela y se llevan a un pozuelo o tanque para lavarlos. Posteriormente se escurren y emplean nuevamente. Es importante en esta etapa seleccionar y clasificar el producto al ser desmoldeado, de acuerdo a los criterios de tamaño, características como el color o daños que, en su estructura sólida, la cual puede ser rechazada y no salir al mercado (61).

Una vez clasificada la panela se empaca en cajas de cartón, madera o en plástico con un proceso de termo sellado, para proceder a su almacenamiento, posterior venta y distribución (62). En el empaquetamiento es importante tener en cuenta que la panela absorbe y libera humedad de acuerdo a la temperatura del medio ambiente por eso no debe tener interacción con este y el empaque debe ser hermético, la cual se debe almacenar en un ambiente con humedad relativa inferior al 65% y temperatura ambiente, como se muestra en el ejemplo de la Figura 12.

A medida que aumenta su absorción de humedad, la panela se ablanda, cambia de color, aumenta los azúcares reductores y disminuye la sacarosa; de acá a que su distribución y comercialización sea adecuada (56).

Finalmente, en el rotulado, la información que debe contener el rotulo del empaque es la siguiente: nombre completo del producto e ingredientes, marca comercial, nombre y ubicación del trapiche panelero, número de lote o fecha de producción, condiciones de conservación, declaración del contenido neto, de acuerdo con la normatividad vigente (56).



Moldeo

Empaque

Figura 11. Moldeo y empaque de la panela.
Fuente: La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO.



Figura 12. Pesaje y sellado hermético de la panela.
Fuente: CORPOICA – Tibaitatá, 2006.

1.6 Distribución y comercialización de la panela

En el sector productivo de la panela se destacan dos canales de distribución, en donde lo productores despachan directamente a las plazas y supermercados locales para ser vendidos al consumidor. La segunda corresponde a una cadena más larga de comercialización donde intervienen los acopiadores, el mayorista, el minorista y cooperativas (56).

Puesto que la panela es un producto nacional de consumo directo, sus costos están relacionados con la zona donde se produce y la tecnología utilizada, también depende en primer lugar de la fase del cultivo de la caña y la fase de producción mencionados anteriormente. Este puede variar por condiciones externas como el clima, factores económicos, ya que la panela es un bien sustituto y un bien inferior, es decir, que si aumentan los ingresos de las personas disminuye su consumo (63).

Dentro del proceso de distribución y comercialización se hace referencia a seis eslabones donde interactúan diferentes actores:

1. Proveedores de agro insumos: herramientas, maquinaria, material vegetal y biológico, agroquímicos, insumos para la industria.
2. Cultivadores de caña panelera: pequeños, medianos y grandes cultivadores.
3. Proveedores de la caña panelera: pequeños procesadores (trapiche propio, arrendado) medianos procesadores (trapiches asociados) empresas grandes (comercializadores).
4. Comercializador mayorista: plazas mayoristas, plazas satélites, intermediarias y acopiadoras, empresas agentes comercializadores.
5. Comercializador minorista: tiendas locales y detallistas, supermercados e hipermercados.
6. Cliente final: cliente de panela como edulcorante alimento, cliente de panela y mieles como insumo, cliente de subproductos (melotes, concentrados para animales, convenciones (63).

De acuerdo a lo anterior, la distribución de la panela se concentra en mercados mayoristas y minoristas, donde los mayoristas distribuyen grandes volúmenes de panela en bloque, pulverizada y en cubo a nivel nacional e internacional. Por el otro lado, los minoristas son aquellos que distribuyen en pequeñas cantidades. En este último, se encuentra el precio final que percibe el consumidor a la hora de comprar panela y cuyo valor varía de acuerdo a la presentación del producto y a su origen (63).

Por otro lado, la producción de la panela hace un uso intensivo del trabajo y se desarrolla a través de un sinnúmero de intermediarios, lo que genera una gran dispersión e ineficiencia y costos adicionales de transacción a favor de los mayoristas que abastecen los mercados. Así mismo la panela se considera un bien sustituto por ser un edulcorante de uso diario junto con el azúcar lo que incide de manera directa en el precio (64).

1.6.1 Requisitos sanitarios para la distribución y comercialización de la panela para el consumo humano.

Con el fin de garantizar la calidad de la panela, proteger la salud humana y prevenir daños a esta, es necesario establecer requisitos a través de referencias legales, normatividad que regulen las actividades de producción de la panela dado que es un producto alimenticio y es especialmente consumido por la población infantil y de bajos recursos (65). Es por eso que organismos como el Ministerio de Salud y

Protección Social y las Secretarías Seccionales de Salud juegan un papel importante en cuanto a la seguridad alimentaria y nutricional de la población, es por esto que ellos para garantizar la salud de las persona a través de controles en la calidad de los alimento a nivel nacional, regional y local, han implementado normatividad en cuanto a los requisitos sanitarios que se deben cumplir en todas las etapas del proceso, un ejemplo claro es la Resolución 779 de 2006, que es el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para consumo humano (115) y las diferentes actividades de inspección, vigilancia y control que realizan los Técnicos del Área de la Salud en los diferentes municipios en los establecimientos que producen y comercializan alimentos.

Según Guillermo Rudas, quien escribió sobre la contaminación alimentaria en el caso de la panela en Colombia, expone que esta aporta cerca del 10% de calorías y de acuerdo a su composición, podría estar aportando cerca del 95 % de hierro y 30% de calcio requeridos para dicha población. A pesar de esto actualmente se utilizan en su fabricación sustancias que disminuyen su calidad alimenticia o que son nocivas para el consumidor, como las anilinas y el Clarol, sustancias que son utilizadas para la coloración de la panela (65).

Se deben exigir entonces unos requisitos de calidad y condiciones generales, en relación con la coloración, presentación, inocuidad, condiciones sanitarias de los establecimientos en su fabricación y su autorización. Se establecen condiciones Físico - Químicas con unos niveles máximos y mínimos de azúcares, proteínas, cenizas, humedad, Plomo, Arsénico, SO₂ y colorantes, Así mismo deben tenerse en cuenta la normatividad para el uso de plaguicidas. Todas estas deben ser avaladas por autoridades sanitarias con el fin de evitar riesgos a la salud (50).

Los siguientes son los valores máximos y mínimos permitidos para las diferentes condiciones físico- químicas establecidos en la Resolución 779 de 2006 en cuando a la calidad de la panela.

- Azúcares reductores, expresados en glucosa, en %:
 - Mínimo: 5.,5%
 - Máximo: -
- Azúcares no reductores expresados en sacarosa, en %
 - Mínimo: -
 - Máximo: 83%
- Proteínas, en & (N x 6.25)
 - Mínimo: 0,2%
 - Máximo: -
- Cenizas, en %:
 - Mínimo: 0,8%
 - Máximo: -

- Humedad:
 - Mínimo: -
 - Máximo: 9,0%
- Plomo expresado con Pb en mg/Kg:
 - Mínimo: -
 - Máximo: 0,2%
- Arsénico expresado como As en mg/kg:
 - Mínimo: -
 - Máximo: 0,1%
- SO₂: Negativo
- Colorantes: Negativo. (115)

Estos requisitos o características Físico – Químicas compiten con las creencias y el trabajo de años en los trapiches paneleros, puesto que entre los parámetros básicos para el cumplimiento de dichas características se encuentra la ausencia de aditivos químicos tales como los colorantes y blanqueadores, pero debido a las creencias de la población o desconocimiento e ignorancia sobre el tema al comprar este producto lo prefieren de color claro o rojizo, debido a que la asocian con una panela más limpia, pero por su color esta posee aditivos que la hacen dañina para la salud provocando síntomas como molestias respiratorias, alergias, rinitis, urticaria, trastornos gástricos, problemas de hiperactividad en la población infantil.

Por otro lado, los blanqueadores denominados hidrosulfitos al ser metabolizados producen azufre, elemento que el organismo no es capaz de asimilar y se acumula produciendo efectos en el sistema respiratorio (66).

Esta y algunas otras prohibiciones y condiciones como azúcares en la panela, sustancias tóxicas o cualquier otra sustancia química pueden alterar las características o niveles nutricionales y por ende la salud. También cabe resaltar la importancia de las condiciones sanitarias de los trapiches, disposición de residuos, control de plagas y personal manipulador para evitar contaminación, riesgos y mal funcionamiento de las diferentes áreas (50).

Se puede decir que la panela es un producto familiar que es fabricado por pequeños grupos y que al igual que cualquier otro, requiere de cuidado, sostenibilidad, calidad y tecnificación, donde se desarrollen buenas prácticas agrícolas y de manufactura en todo su proceso, desde la producción hasta su distribución, comercialización y consumo. Es decir que la panela es vista como componente básico de la canasta familiar, no solo por su importancia socioeconómica en el mundo sino porque se convierte en el principal alimento de ciertas poblaciones.

Es importante establecer controles de calidad en el proceso productivo de la panela, pues la materia prima que es la caña de azúcar requiere de un proceso de selección, cultivo y producción, para ello existen requisitos y prohibiciones que muchos de los trapiches no cumplen por desconocimiento o por falta de tecnificación. Lo que quiere

decir que todo su proceso está expuesto a uso de sustancias nocivas que pueden dañar la salud humana.

De acuerdo al proceso de producción se puede concluir que la panela no requiere de procesos químicos, solo algunas recomendaciones en el uso de pesticidas para las actividades de siembra y se deben tener en cuenta todas las acciones encaminadas a reducir riesgos de tipo microbiológicos, físicos y ambientales.

Capítulo 2. Prácticas y aspectos ambientales implementados en la cadena productiva de la panela en Colombia, Brasil y México

En la cadena productiva de la panela se desarrollan diferentes propósitos enmarcados hacia actividades ambientales bajo un mercado con diferentes dificultades, ya que solo un pequeño segmento de la producción ha sido industrializado y tanto en Colombia como Brasil y México la producción es orientada en su mayoría al mercado interno. Siendo Colombia un referente, ya que es el segundo mayor productor a nivel mundial y el mayor consumidor per cápita del mundo según estudios e informes de CORPOICA y FEDEPANELA que han servido como base para el desarrollo agroindustrial panelero.

Para poder analizar las prácticas y aspectos ambientales se hace necesario identificar los recursos naturales que son indispensables para las actividades de producción de dicho alimento. Por ello en primer lugar se define de una forma general la cadena productiva haciendo una descripción de las características de cada país con dicho tema, para poder relacionar las etapas de todo el proceso productivo con los recursos y aspectos ambientales que se identificaron en las etapas de producción de los países de estudio, siendo este similar o igual en lo que se refiere a las actividades de campo y post- cosecha.

En segundo lugar, se analiza la problemática ambiental, teniendo en cuenta que la cadena productiva está conformada por seis eslabones y el primero es donde se desarrolla la etapa de producción donde además se da la principal afectación a la materia prima suministrada por los proveedores y el medioambiente.

2.1 Cadena productiva de la panela

2.1.2 Estructura general de la cadena productiva de panela.

El concepto de cadena productiva tuvo lugar en Francia, en la década de 1960, en la Escuela Francesa de Organización industrial, el concepto de “*filière*” (fila = cadena) aplicado a la Agroindustria (67).

Según la Dirección General de Promoción Agraria – DGPA, la definición de cadena productiva “es un conjunto de agentes económicos interrelacionados por el mercado desde la provisión de insumos, producción, transformación y comercialización hasta el consumidor final” (68).

El Instituto Interamericano de cooperación para La Agricultura, define un marco orientador y la expresa como la cadena agroalimentaria, la cual se puede entender como un conjunto de actividades y actores que intervienen y se relacionan técnica y económicamente desde la actividad agrícola primaria hasta la oferta al consumidor final, incorporando procesos de empaque, industrialización o transformación y de distribución (actividades principales de la cadena) (69).

Dicho conjunto de etapas o pasos son consecutivos donde y da paso a la transformación de las materias primas en productos finales, donde intervienen diferentes actores para una adecuada coordinación de la cadena donde se toman decisiones que responden a necesidades tanto producción y consumo como las afectaciones del medio ambiente (67).

A continuación, se presenta el modelo de la cadena productiva de la panela donde se muestran los actores involucrados y su lugar en cada etapa o eslabones que la conforman.

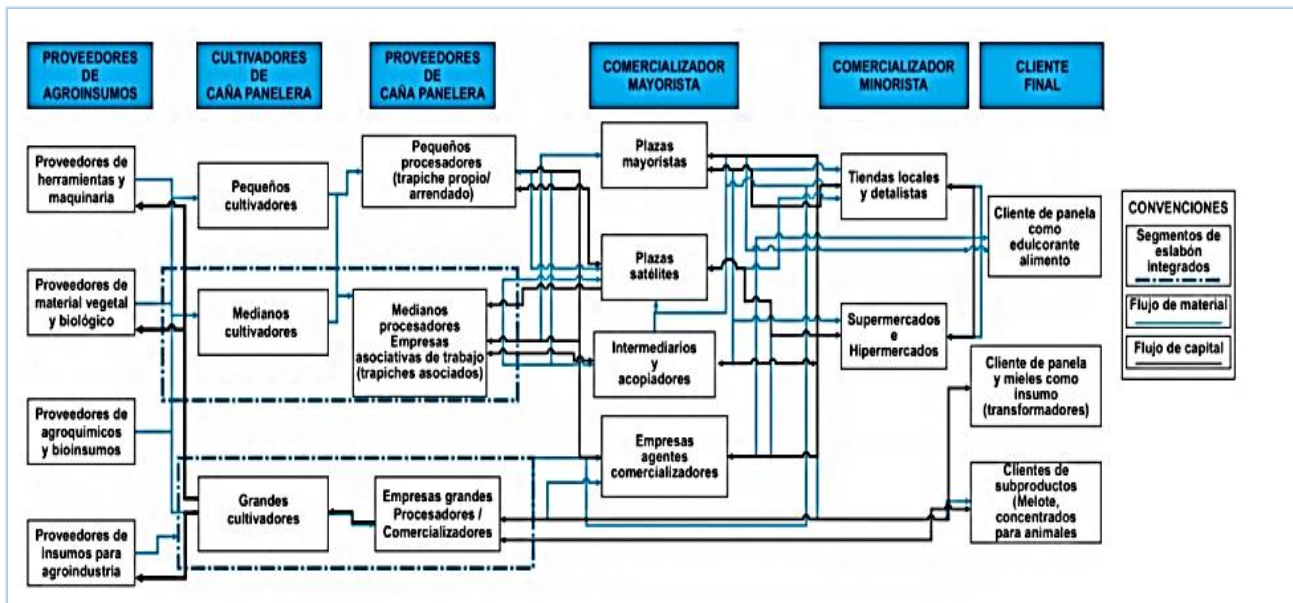


Figura 13. Cadena productiva de la panela y eslabones que la conforman.

Fuente: Castellanos et al. Colombia 2010 – 2012.

- Primer eslabón: Está compuesto por los proveedores de agro-insumos, quienes suministran las materias primas e insumos a las unidades productivas que son los cultivos y los trapiches donde se lleva a cabo la transformación de la caña.
- Segundo eslabón: En él participan los agricultores que se dividen en cultivadores de pequeña escala, productores de mediana escala y productores de gran escala (escala industrial).
- Tercer eslabón: En él participan los pequeños procesadores (trapiche propio o arrendado), sistemas cooperativos o Empresas asociativas de trabajo (trapiches asociados), medianos procesadores y Empresas Maquiladoras (grandes procesadores) los cuales intervienen en el conjunto de operaciones que llevan a la transformación de la caña cortada a la producción de panela.
- Cuarto eslabón: Está constituido por los comercializadores mayoristas quienes se encargan de la venta y distribución del producto final, que en este

caso es la panela, por medio de los canales de distribución como las plazas mayoristas, las plazas satélites o los acopiadores

- Quinto eslabón: Abarca a los distribuidores al detal que ponen a disposición del cliente el producto final y consisten en las tiendas locales, los supermercados e hipermercados.
- El sexto eslabón: Consiste en los consumidores finales que disponen de los productos que se han obtenido por medio del proceso de transformación de la caña. En este eslabón la panela puede ser consumida como edulcorantes, bebidas y postres (70).

2.2 Colombia

En Colombia el sector agropecuario y agroforestal a nivel nacional es considerado de gran importancia social y económica, ya que constituye uno de los pilares sobre los cuales se desarrolla económicamente el país y en el cual se involucra buena parte de su población rural e industrial. En este contexto, la panela y su agroindustria se desarrolla como un subsector dedicado a la generación de productos provenientes de la caña de azúcar, posicionándose, después del café, como el segundo renglón generador de empleo y en quinto lugar del cultivo del país en términos de área cultivada.

Los actores de la cadena productiva de la panela y su agroindustria se enfrentan a numerosos retos entre los que sobresalen la introducción de nuevas tecnologías que permitan el mejoramiento de los tradicionales procesos productivos, el desarrollo de productos innovadores y diferenciados que permitan una mayor competitividad, la consolidación de un tejido social de la cadena que procure la focalización de esfuerzos adelantados en las regiones paneleras del país que según CORPOICA anteriormente mencionada y que es una de las corporaciones Colombianas más importantes en materia de investigación agropecuaria son: Región Sur (Cauca y Nariño) Región Central (Cundinamarca, Tolima, Huila) Eje Cafetero (Norte del Valle, Caldas, Risaralda) Región Antioquia Región Nororiental (Norte de Santander y Hoya del Río Suárez) (71).

Así mismo el reto de evitar la atomización de oferta y demanda con condiciones inequitativas entre los diferentes eslabones de la cadena.

Es por esto que se ha desarrollado un mecanismo para desarrollar la competitividad de las cadenas productivas agroindustriales, tales como las agendas de investigación donde se mide el desempeño de las cadenas productivas con un enfoque prospectivo. Todo esto surge por la necesidad del sector agroindustrial de participar en nuevos mercados (72).

2.2.1 Sobre la situación socioeconómica del sector panelero.

Con base en estudios realizados por Corpoica y Fedepanela, se pudo establecer que sólo el 5% de la producción nacional panelera es desarrollada a través de explotaciones a gran escala en extensiones superiores a las 50 hectáreas, con una producción eminentemente comercial. En efecto, en las factorías ubicadas en los departamentos del Valle del Cauca y Risaralda, se presenta una gran capacidad de producción, con cifras superiores a los 300 kilogramos de panela por hora; contrastado con las explotaciones de tamaño mediano de la Hoya del Río Suárez (Boyacá y Santander), Nariño y algunos municipios de Antioquia, en donde predominan explotaciones de tamaño mediano (73).

La situación socioeconómica del sector panelero tiene su explicación en alguna medida en la baja competitividad de la agroindustria; de igual manera, en la debilidad de la cultura organizacional y de trabajo asociativo, en un esquema productivo dominante de propiedad parcelaria con economía campesina que dificulta la obtención de economías de escala, en la baja disponibilidad de recursos económicos y difícil acceso al crédito y por último en la falta de estrategias para la promoción comercial de la panela a nivel interno y externo (73).

Se puede decir que el punto crítico en la cadena productiva está en su procesamiento y la obtención de materias primas, una baja disponibilidad de materiales de caña adecuados para la producción eficiente de panela y mieles en las diferentes regiones agroeconómicas colombianas; una reducción en la producción y productividad por el efecto de malezas, plagas y enfermedades, causada principalmente por hongos, virus e insectos y un sistema de producción agrícola altamente dependiente de agroquímicos, en especial de herbicidas y fertilizantes.

Para el productor panelero es esencial que se desarrollen a corto plazo sistemas de producción con base en la caña, que ofrezcan una alternativa para absorber los choques creados por los movimientos cíclicos del mercado. Existe la necesidad de buscar usos alternativos para la caña integrándola con otros renglones de producción (73).

2.2.3 Problemática en la cadena de comercialización de panela.

El mercado de la panela se desarrolla a través de múltiples eslabones de intermediación comercial que configuran un sistema disperso y de poca eficiencia. En este sistema, entre más se va tomando distancia del espacio local hacia los mercados regionales, supraregionales y al mercado nacional, el control de las relaciones agroindustriales y de la captura de porciones muy importantes de la rentabilidad del producto, se concentra en los grandes mayoristas que abastecen los mercados urbanos más influyentes (73).

Cabe señalar, que sigue siendo muy bajo el valor agregado inherente al producto, por ejemplo, en lo pertinente al empaque de la panela, el mismo se realiza con

algunos problemas de higiene, de igual manera la diversificación de la presentación apenas se comienza a implementar. Esto y el bajo control de la calidad del producto están en la base de la escasa penetración a mercados urbanos y del estancamiento del consumo.

Una de las problemáticas del sector consiste en establecer acuerdos constantes y responder de forma concertada y oportuna a las variaciones intempestivas del mercado. Si entre los productores directos existe un grave problema de organización gremial y de ausencia de formas asociativas, este asunto es aún más crítico en la cadena de comercialización (73).

Por lo anterior, la panela se constituye en el principal producto derivado de la caña, la cual se encuentra dispersa en varios departamentos de Colombia, constituyéndose en una actividad económica frecuente y sustento de muchas familias en el país, siendo mayor la caña panelera a la caña de azúcar y después del cultivo del café (73).

2.3 Brasil

En Brasil, la panela o rapadura apareció en el mismo siglo que los primeros ingenios de caña de azúcar. Es un producto predominante y anteriormente solo era consumido por esclavos por lo que su comercialización era baja. Aun así la rapadura se comercializa en la propia unidad de producción y en unidades cercanas a través de intermediarios que lo revenden, para su comercialización en ferias y tiendas de abarrotes, pequeñas ciudades del interior y supermercados en las grandes ciudades. Parte de la producción también se vende en tiendas naturistas, restaurantes y, en muy pocos casos instituciones gubernamentales.

Los productores de Rapadura operan en el mercado donde hay poca competencia debido a la pequeña escala de producción (baja inversión inicial) y al perfil del consumidor con requisitos de baja calidad. Como producto artesanal a pequeña escala, utiliza tecnologías simplificadas y de bajo costo, constituyendo un factor competitivo en el conocimiento del punto de cocción y elaboración del producto, que son esenciales en la durabilidad de la rapadura y su comercialización. Se puede decir que la cadena productiva de rapadura se divide en cuatro componentes: materia prima e insumos, producción, comercialización y distribución consumo, donde se identifican los siguientes eslabones (67). Materia prima e insumos: en esta etapa los principales eslabones de la cadena productiva se clasifican en productores rurales, son los que realizan actividades productivas desde la preparación del suelo hasta obtener productos frescos para su comercialización.

- Intermediarios: son personas que inician los caminos que tomarán productos, recolectando directamente de propiedades rurales.
- Mercado de productores: es un centro comercial bien surtido, con predominio intermediarios secundarios, concentradores (grandes intermediarios que tienen como objetivo mercados más grandes y distantes).

- Supermercados: son establecimientos, con diferentes departamentos, que hacen compras más fáciles para los consumidores, ya que encuentran varios artículos en un solo lugar. Como suelen demandar grandes cantidades de productos, tienen poder de negociación juntos sus proveedores.
- Agentes gubernamentales: tienen un gran poder de decisión y negocian con los sus proveedores por demandar grandes cantidades de productos. La tableta mini rapadura, por ejemplo, se puede insertar en el Almuerzo escolar a través de los Departamentos de educación y programas de desarrollo social y desnutrición infantil en el caso de Salud.

Aún existen otros agentes como: agroindustrias, representantes, distribuidores, mayoristas, centros de abastecimiento y bolsas de productos básicos (67).

El proceso productivo en Brasil es muy similar al de Colombia y México, ya que igualmente hay un bajo nivel tecnológico donde el transporte de la caña de azúcar entre las plantaciones y el ingenio o alce de la caña se hace aun en el lomo de burro y la fuente energética más utilizada es la leña. El equipamiento como molinos, tanques, hornos, ollas, cuencos y formas no presentan cambios. Pasando de generación en generación igual que el retraso en la tecnificación y capacitación. Igualmente, Para producir rapadura a una mayor escala se debe incluir procedimientos basados en buenas prácticas sanitarias (74).

Siendo un referente en la diversificación y fortalecimiento de la cadena productiva, a partir de políticas claras de integración y apoyo al sector para el mejoramiento de los nexos comerciales y el de desarrollo tecnológico, lo convierten en el referente más próximo para Colombia; dada a la diversificación que tiene la cadena azucarera en Brasil, así como la importancia directa en la economía del país. Han generado el desarrollo de programas de fortalecimiento a la competitividad, fortalecimiento del desarrollo tecnológico y estratégico en todo el espectro de actividades (75).

2.4 México

Aunque para México la producción de piloncillo o panela no están significativo como en Colombia su participación en la producción Nacional es 2,3% (76) e igual que en Colombia y Brasil el principal eslabón de la cadena productiva es donde se da la transformación de la materia prima por la relación que tiene el sistema o actividades con factores externos que pueden dar o no un valor agregado, incrementar la productividad y calidad desde el cultivo de la caña hasta su comercialización, Así en la cadena de producción se pueden identificar los siguientes factores determinantes:

- Factores humanos.
- Factores ambientales.
- Factores agronómicos. (77)

Estos son transversales en todo el proceso productivo de la panela y a su vez también son atravesados por deficiencias tecnológicas de cultivo y su transformación que afectan la calidad del producto, el medio ambiente y la salud humana. También tiene afectaciones sociales por la baja capacidad de articulación de los actores que intervienen (78).

2.5 Problemas ambientales en la cadena productiva de la panela

Son muy numerosos los problemas que se derivan de inadecuados usos de materiales y de deficientes prácticas en el procesamiento de la panela. La costumbre generalizada de incorporar leña y llantas como combustible en la hornilla, origina serios problemas de deforestación, erosión y contaminación ambiental. La ausencia en muchos trapiches de instalaciones sanitarias ocasiona contaminación de aguas y graves problemas de calidad en el producto final, el cual también se ve afectado por el uso de químicos como el clarol, anilinas y colorantes que afectan la salud humana (79).

No cabe duda que el impacto o efecto que se genera en los recursos naturales se pueden minimizar realizando prácticas ambientales amigables con el entorno que ayudan aprovechar y mejorar los recursos utilizados para dicha actividad garantizando así no solo la racionalidad y disponibilidad de recursos sino la productividad.

2.5.1 Aspectos y prácticas ambientales en la producción de panela en países como Colombia, Brasil y México.

Las alteraciones que se dan en el medio ambiente por la producción de panela están influenciadas por la modificación en factores bióticos, abióticos y socioeconómicos como la salud humana (80). Aquí se considera las prácticas ambientales que sirven como medida de prevención, mitigación ante los impactos que se puedan generar por las actividades de esta agroindustria. De acuerdo con la cadena de producción de la panela se identifican los recursos naturales que se pueden modificar de acuerdo a las actividades de campo, post-cosecha, distribución y comercialización, se pueden ver los siguientes aspectos ambientales.

- Consumo de agua.
- Consumo de energía.
- Vertimiento de líquidos.
- Emisiones atmosféricas.
- Modificación del paisaje.
- Cambios en la salud humana.

La alteración del recurso agua, suelo, aire, paisaje y salud humana o factores sociales pueden ocasionar impactos irreversibles en el medio ambiente. En los trapiches paneleros las emisiones atmosféricas provienen de fuentes como la combustión del bagazo y otros materiales como leña y llantas en la hornilla, lo

cual genera la liberación de material particulado (81). Se da principalmente en las etapas de post cosecha donde se clarifica, evapora y se concentran los jugos de la caña, generando daños a la salud humana y consecuencias negativas en el medio ambiente debido a la emisión de gases tóxicos como monóxido y dióxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y vapor de agua (80).

Las emisiones también se pueden generar por los motores de los molinos los cuales utilizan ACPM como combustible, estos deben estar sincronizados de lo contrario pueden emanar gases nocivos al ambiente. Dentro de la contaminación al aire también se incluye el ruido que es generado en la etapa de la molienda por los motores, igualmente los olores generados por la disposición de residuos (81).

En la mayoría de los procesos de la producción de panela se utiliza el agua, además para el mantenimiento de las condiciones higiénicas y sanitarias. Se generan aguas residuales, estas son conocidas como aguas dulces, por su alto contenido de sacarosa. Normalmente existe un sistema único de drenaje, donde se mezcla el agua proveniente de las operaciones de los trapiches con los cuerpos de agua.

A continuación, se presentan los recursos afectados, aspectos y prácticas ambientales identificadas en el proceso de producción de la panela.

Cuadro 6 Recursos naturales, prácticas y aspectos ambientales en la producción de panela.

PRÁCTICAS Y ASPECTOS AMBIENTALES EN LA CADENA PRODUCTIVA DE LA PANELA				
RECURSO NATURAL	PROCESO	ASPECTO AMBIENTAL	PRÁCTICA AMBIENTAL	
Suelo	Actividades de campo (cultivo, siembra, riego, recolección y transporte)	Uso del suelo	Renovación de cultivo	
			Estudios y diseños de campo	
			Balance hídrico: Agua lluvia, aprovechamiento del suelo, utilización de acuíferos	
			Abonos orgánicos	
			Maduradores bióticos	
			Cria de insectos beneficios	
			Incorporación de residuos de post cosecha	
			Logística de corte dependiendo del nivel de humedad	
			Fertilización, evitando sobredosis y toxicidad en el cultivo	
			Aplicación de herbicidas de categorías toxicológicas bajas	
Agua	Actividades de campo (cultivo, siembra, riego, recolección y transporte)	consumo de agua	Reducción de compactación del suelo: equipos más livianos agricultura orgánica	
			Manejo y disposición de aguas residuales	
			Racionalización del uso del agua: tuberías PVC con ventanas, riego por caudal reducido	
			Balance Hídrico	
			Establecimiento de caudales de acuerdo a la topografía del terreno	
			Número de riegos por ciclo del cultivo	
			Condiciones sanitarias de trapiches: buen almacenamiento de agua para consumo y lavado de manos	
			Vertimiento de agua	Drenaje agrícola
				Disposición de aguas residuales
				Vertimientos puntuales
Aire	Actividades de campo (cultivo, siembra, riego, recolección y transporte)	Consumo de energía	Actividades durante el día	
			Bagazo como combustible	
			Labranza mínima	
			Mantenimiento de maquinaria, motores	
			Sistemas de evaporación y deshidratación en vacío	
Emisiones atmosféricas	Actividades de campo (cultivo, siembra, riego, recolección y transporte)	Emisiones atmosféricas	Combinación de métodos manuales y mecánicos	
			Corte de la caña en verde	
			Reducción y disposición de residuos para la incineración	
			Rotación de cultivos para disminuir la utilización de químicos en la caña	
			Control químico	
Biológico (Fauna y flora)	Actividades de campo (cultivo, siembra, riego, recolección y transporte)	Modificación del paisaje	Control de maquinaria para disminuir el ruido	
			Desmante paulatina para la migración de animales	
			Control químico de malezas: descanso de lotes y recuperación	
			Buena disposición de residuos	
			Ampliaciones de las fronteras de cultivos	
Humano - Social	Actividades de campo (cultivo, siembra, riego, recolección y transporte)	Deterioro de la salud	Reducción de carga orgánica en los cuerpos de agua	
			Buenas prácticas sanitarias	
			Control de horarios para circulación de maquinaria	
			Cumplimiento de las normas	
			Consumo moderado de la panela	

2.6 Impactos generados por la falta de prácticas ambientales

El impacto ambiental es entendido como cualquier alteración en el medio ambiente, biótico, abiótico y socioeconómico, este puede ser positivo o negativo, se puede dar en todo el proceso o parcialmente. En diversos estudios para la identificación de estos en los trapiches paneleros se utilizan matrices que cruzan las principales etapas del proceso productivo, con los potenciales impactos que se pueden producir, por mal manejo, administración u operación de los recursos y diferentes aspectos ambientales (81) como se muestra en las figuras 14 y 15 , ejemplos para identificar los posibles impactos ambientales a través de una matriz, los cuales se pueden cualificar y cuantificar con los diferentes componentes o recursos: agua, suelo, aire, paisaje, flora y fauna, ámbito económico y social.

Proceso	Acción	Aspecto ambiental	Factor ambiental
Apronte	Recolección y traslado de la caña	Emisión de material particulado	Alteración de calidad de aire
		Emisión de gases	
		Generación de ruido	
		Presencia de Tractores de alta carga	Variación de las características físicas del suelo
		Presencia de elementos extraños	Modificación del paisaje
		Remoción de la cobertura vegetal	Cambios en la flora y la fauna
		Disminución y muerte de individuos	
		Generación de empleo	Aumento ingreso familiar
Extracción	Extracción de los jugos de la caña	Generación de ruido	Alteración de calidad de aire
		Consumo de sustancias químicas	Variación de las características químicas del suelo
		Generación de residuos de bagazo	Aprovechamiento de su capacidad calorífica

		Lubricación del molino	Incidencia de grasas y aceites
		Presencia de elementos extraños	Modificación del paisaje
		Generación de empleo	Aumento ingreso familiar
		Emisión de gases	Alteración de calidad de aire
Prelimpieza de los jugos	Extracción de sólidos grandes	Generación de olores	
		Generación de sólidos pesados	Generación de residuos
		Generación de empleo	Aumento ingreso familiar
		Emisión de gases	Alteración de calidad de aire
Limpieza de los jugos	Extracción de los sólidos más pequeños	Generación de olores	
		Generación de sólidos pesados	Generación de residuos
		Generación de empleo	Aumento ingreso familiar
		Emisión de gases y generación de olores	Alteración de calidad de aire
Evaporación	calentamiento de la hornilla	Emisión de gases y generación de olores	Alteración de calidad de aire
Punteo			
Batido			
Concentración			
Molde la panela	Dar formas a la panela	Generación de empleo	Aumento ingreso familiar
Empaque y almacenamiento	Empacar la panela en cajas	Consumo de agua	Variación de la dinámica fluvial
		Generación de empleo	Aumento ingreso familiar
		Generación de residuos	Aprovechamiento de residuos sólidos
Limpieza	Almacenamiento final de la panela en bodegas	Presencia de elementos extraños	Modificación del paisaje
		Generación de empleo	Aumento ingreso familiar
		Lavado de utensilios e instalaciones	consumo de agua
		consumo de químicos	Variación de las características químicas del

Figura 14. Modelo de matriz de impactos ambientales.

Fuente: Manejo ambiental trapiche panelero, COOLFOODS S.A – Socorro, 2017.

ASPECTOS/ACCIONES			ACTIVIDADES DE BENEFICIO POS COSECHA										OTRAS OPERACIONES					
			Apronte	Extracción	Prelimpieza de jugos	Limpieza de jugos	Evaporación y concentración	Punteo	Batido	Moldeo de la panela	Empaque	Almacenamiento	Lavado de herramientas	Almacenamiento bagazo	Manejo de hornilla			
MEDIO FÍSICO	AIRE	Emisión de material particulado	X														X	
		Emisión de gases	X		X	X	X	X										X
		Generación de colores			X	X	X	X					X					
		Deneración de ruido	X	X														
	SUELO	Modificación de las características físicas	X															
		Contaminación química		X									X					
		Vertidos incontrolados											X					
		Generación de ruidos		X		X						X	X					
	AGUA	Variación de las características físico químicas											X	X	X			
		Consumo del residuo hídrico									X							
		Transporte de sólidos												X				
		presencia de aceites																
	PAISAJE	Cambio en la percepción paisajística por la presencia de elementos extraños	X	X								X	X					
	FLORA Y FAUNA	Disminución de especies												X				
		Remoción de la cobertura vegetal	X															
Disminución y/o muertes de individuos		X											X					
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	ECONÓMICO	Generación de empleo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Aumento ingreso familiar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	SOCIAL	Calidad de vida	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 15. Modelo de matriz para cuantificar los impactos ambientales en la producción de panela.
Fuente: Manejo ambiental trapiche panelero, COOLFOODS S.A – Socorro, 2017.

2.6.1 Impactos ambientales negativos en los procesos de producción de la panela.

Es posible determinar los impactos por etapas, utilizando como herramienta las matrices. Dentro de los principales impactos negativos al medio ambiente generalmente se encuentran: contaminación atmosférica, contaminación del agua, afectación de la flora y fauna, contaminación del suelo por residuos o vertimientos, impactos sociales.

- **Apronte.**

Cuando la caña está madura (es decir, entre 10 y 20 meses después de haber sido sembrada), contiene la cantidad ideal de azúcares (sacarosa) requeridos para la producción de la panela, por lo tanto, los agricultores proceden al corte manual de esta y al transporte a lomo de mula hasta el trapiche o sitio de producción (82).

En la fase de apronte se utilizan tractores que funcionan con combustibles que son equivalentes a emisiones de dióxido de carbono (CO₂,) que afectan la calidad del aire y repercuten en la salud de los seres vivos y debido a que es un gas efecto invernadero (GEI) contribuye con el calentamiento global afectando las condiciones climáticas. Al pasar constantemente el tractor por el suelo se producen cambios en las propiedades físicas del suelo como: porosidad, infiltración, conductividad hidráulica, retención de humedad y estas van relacionadas a la compactación del mismo (83).

- **Extracción.**

Este proceso se inicia con la molienda de la caña, la cual es pasada a través de una serie de rodillos para extraer su jugo. Como residuo, se obtiene bagazo, para luego ser utilizado como combustible en las hornillas y calderas de la clarificación de los jugos (82).

En la fase de extracción se produce repercusiones al suelo, agua y al aire, el uso de lubricantes hacen que caigan al suelo partículas de hidrocarburos que no son degradables biológicamente y disminuyen el humus vegetal y la fertilidad del suelo, al mismo tiempo los lubricantes tienen sustancias tóxicas como plomo, cadmio y compuestos de cloro afectando gravemente las tierras y por infiltración afectan la calidad del agua de la micro cuenca la Honda, la carga contaminante que es vertida a la micro cuenca afecta su ecosistema acuático y disminuye la cantidad de agua potable para la zona, a efecto de esto aumentan los costos de tratamiento. En la molienda se utiliza maquinaria que genera altas emisiones de ruido que afectan la salud de los trabajadores, disminuyendo su capacidad productiva que representa una ineficiencia en el proceso productivo. En esta etapa se genera bagazo, que es aprovechado en el proceso para el calentamiento de la hornilla reemplazando la leña y disminuyendo los costos de producción (83).

- **Pre limpieza y clarificación de los jugos.**

En la etapa de pre limpieza se realiza una separación física de las impurezas, a partir de la diferencia de densidades y tamaños de partícula que hay entre la impureza y el jugo. Esta etapa se lleva a cabo inicialmente en un pre limpiador, en el cual se eliminan las impurezas cuya densidad difiere considerablemente con respecto a la densidad del jugo.

La generación de lodos activados, de tierra y arena se acumulan al esperar el tiempo de lavado, el trapiche funciona solo en épocas de molienda y en efecto los lodos y desechos se acumulan, combinados con el agua atraen vectores, y se generan olores ofensivos, estos depósitos son vertidos a las fuentes hídricas, los cuales tiene una alta carga contaminante de materia orgánica. Por otro lado, en esta etapa existe una generación de calor que se representa en una pérdida de energía y aumenta los costos de producción (83).

- **Evaporación y concentración.**

En etapa del proceso se generan emisiones de vapor de agua y existe una pérdida de energía no aprovechada eficientemente, se ve asociado un riesgo de contaminar la panela, por eso existe una gran responsabilidad del operante y su capacitación influye en la calidad del producto final. Por otro lado, no se contempla un control de la cantidad de agua que se debe utilizar para el lavado de las herramientas y esto ocasiona el uso irracional del recurso hídrico, los sistemas de lavado no son los más eficientes y se generan problemas fitosanitarios y acumulación de aguas con residuos de la panela acelerando la putrefacción de los mismos, las cuales son vertidas a la fuente hídrica La Honda.

- **Punteo y batido.**

Al igual que en otras etapas del proceso en estas dos fases se producen vertimientos por los lavados de las partes de las instalaciones y también se genera calor y emisiones de vapor de agua.

- **Moldeo de la panela.**

El moldeo de la panela requiere una cantidad de agua para remover pequeñas cantidades de miel de la panela en los moldes. Pero no representan un impacto negativo en el recurso hídrico y es necesario para tener un producto de calidad.

- **Empaque y almacenamiento.**

El uso de plástico y de cartón son destinados a diferentes localidades donde se lleva la panela, esto ocasiona generación residuos que sin una recolección adecuada ocasionan daños al paisaje, también son arrojados a las fuentes hídricas debido a las corrientes de aire o por su mala disposición, el plástico amenaza diferentes habidad y no es considerado en este caso un producto reciclable. El cartón es un

residuo reciclable pero que si no tiene un manejo adecuado representa los mismos impactos del plástico (83).

- **Generación de calor.**

En esta etapa se producen emisiones durante la combustión incompleta del bagazo húmedo en la cámara de combustión de la hornilla, se produce material volátil, carbono y ceniza. Estos afectan la calidad del aire y la salud de los seres vivos; también influyen en la calidad del agua aumentando los sólidos sedimentables de las fuentes. La contaminación ambiental de origen industrial panelero, se caracteriza por la emisión, dispersión y concentración de contaminantes naturales y sintéticos cuyo destino final son los diferentes elementos ambientales.

Dichos contaminantes dependiendo de sus propiedades físicas y químicas, producen alteraciones al biotopo donde se encuentran y, además, debido a sus propiedades toxicológicas que afectan la salud física de los mismos causantes, así como de las demás personas que no forman parte de los procesos productores. Principalmente afecta al sistema respiratorio humano, dando lugar a la aparición inmediata o progresiva de enfermedades broncas respiratorias, ahogos, asma y hasta cáncer pulmonar. También generan afecciones a la piel, ojos e inclusive insuficiencias cardíacas. Además, afectan a los organismos (83).

En conclusión, la cadena productiva de la panela comprende subconjuntos de elementos que considerados de manera aislada impiden la comprensión de la totalidad de las actividades económicas relacionadas con los productos objeto de estudio. Por lo cual se puede distinguir una cadena que incluye unos proveedores que aportan insumos que pueden ser: materias primas, componentes, maquinaria y servicios comprados, a una cadena de valor y a las empresas compradoras (84).

Por otro lado, está la cadena de abastecimiento que relaciona la producción primaria o producción de campo, transporte y comercialización de productos y punto de venta. Esta requiere de esfuerzos colectivos y colaborativos de comunicación eficiente además de una gestión sanitaria y ambiental que aporte a la sostenibilidad del sector panelero. A continuación, se ilustra la cadena de abastecimiento donde en el primer eslabón que es la producción donde se da la transformación, también se tiene en cuenta los servicios de apoyo como transporte y administración.

La producción y la transformación es el eslabón que le da valor agregado a la cadena productiva o de abastecimiento, puesto que este se encarga de la preparación del terreno, siembra, manutención del cultivo, cosecha y demás actividades propias del sector agrícola (84).

Por lo que es importante asumir la responsabilidad que se tiene frente a los impactos negativos que se pueden ocasionar a la salud humana y al medio ambiente. Por eso muchos estudios frente al proceso productivo de la panela han apuntado a identificar los impactos y aspectos ambientales derivados de este con el fin de atender las

necesidades que se dan en un mercado donde se debe reducir costos por la competitividad y al mismo tiempo ser responsables social y ambientalmente (82).

Capítulo 3. Estrategias y componentes tecnológicos implementados en cada uno de los países seleccionados para este estudio y que contribuyen a mejorar la calidad de la salud ambiental y humana, a través de una producción más limpia en la cadena productiva de la panela

El proceso productivo de la agroindustria panelera requiere de alguna forma actividades que impactan en el medio ambiente, como la obtención indiscriminada de recursos naturales y en su proceso de producción no se cuentan con las medidas sanitarias para adquirir una panela de calidad, por lo que podría afectar la salud de las personas que consumen dicho alimento. Desde hace muchos años esta práctica es llevada de forma muy artesanal por los pequeños productores, los cuales cuentan con niveles muy bajos de tecnología para una producción más limpia que contribuya a una calidad más elevada del producto y sea sostenible con los ecosistemas de las zonas paneleras.

Debido a las afectaciones ambientales y de salud por esta práctica, diferentes organizaciones de los países de estudio han contribuido con alternativas para mejorar el desempeño ambiental en las diferentes etapas del proceso productivo de los pequeños productores. En este sentido el presente capítulo se centrará en describir las diferentes estrategias enfocadas a una producción más limpia (PML) implementadas en cada país.

En primer lugar, se hablará sobre la problemática en la salud ambiental y humana asociada al proceso productivo de la panela, se relatará sobre una producción más limpia – PML y luego, se describirán las alternativas por cada país, las cuales están basadas desde la planeación, planificación, competitividad, financiamiento, buenas prácticas agrícolas, buenas prácticas de manufactura, tecnología y gestión ambiental, que contribuyen no solo a mejorar la calidad de la panela sino al medio ambiente y a la salud de las personas que la consumen.

3.1. Problemáticas en la salud ambiental y humana asociada a la agroindustria panelera

Las problemáticas en la salud ambiental y humana por la agroindustria panelera suelen tener una relación directa con las deficiencias tecnológicas en los procesos agronómicos y en los procesos de elaboración. La carencia de tecnología ha contribuido a seguir aplicando los sistemas convencionales, desde la preparación de los suelos, lo que lleva a una pérdida de su estructura hasta la aplicación de fertilizantes químicos que vuelven tóxico el suelo, el aire y las aguas profundas por lixiviados, que originan contaminación a la flora y la fauna.

Otras problemáticas que se identifican, es la no disposición de sistemas de pre limpiezas de los juegos, donde los productores de panela se ven obligados a las exigencias del consumidor y la falta de conocimiento que tiene del producto tanto el uno como el otro, al uso de colorantes que no solo incrementan los costos de producción, sino que le quitan a la panela su carácter de producto natural (85).

De la misma manera, las hornillas por tener un mal diseño o estar muy antiguas conllevan al uso desmesurado de altas cantidades de combustibles quemando el bagazo, leña u otros elementos, lo cual transmiten emisiones atmosféricas al aire muy perjudicial para la salud. Los ineficientes controles en los vertimientos a las fuentes de agua, que son contaminados por microorganismo dañinos que afectan el cultivo de la caña, volviendo de nuevo a un ciclo de contaminación hacia el producto. Finalmente, la mala disposición de los residuos como la cachaza hace que los roedores y mosquitos se propaguen en la zona, ocasionando así, más focos de polución.

Muchos de los trapiches ubicados en zonas rurales no cuentan con la cultura de producción y consumo sostenible por medio de nuevas tecnologías, lo cual representa un aumento constante de los impactos producidos al medio ambiente y a la salud humana. La cultura de las comunidades y la capacidad de tener recursos financieros para adquirir nuevos sistemas de producción no facilita mucho su obtención (86). Además, tampoco cuentan con las condiciones mínimas de higiene en la producción de dicho alimento, donde el batido, moldeo y empaque del producto es contaminado por grandes impurezas e insectos; todo este alimento llega hasta el consumidor final.

Así mismo, la panela contaminada por otras sustancias al no tener una higiene adecuada en su proceso, lleva a problemas de toxicidad a causa de metales pesados aportados al ambiente como Pb, Cr, V, As, Cd y Hg que pueden ser transmitidos por otras industrias como las agroalimentarias, de extracción de productos energéticos y minerales, industrias de cuero y calzado, madera entre otras que pueden estar cerca a los trapiches contaminando mediante vertimientos de aguas residuales que llegan hacia el suelo y contaminan el cultivo de la caña de azúcar y que finalmente pasa por todo el proceso de elaboración de panela hasta llegar a los consumidores, y cuyos efectos se relacionan con problemas de salud

como, problemas respiratorios, cáncer de varios tipos, daños en el diferentes organismos como el riñón, retrasos en el desarrollo, e incluso con ocasionar la muerte (87).

3.2 Breve reseña de la evolución de la industria panelera

La llegada de la caña de azúcar a países como Colombia, México y Brasil da cuenta de una transformación del paisaje y economía donde se han introducido tecnologías que actualmente son tema de estudio de esta agroindustria. A Colombia, la caña de azúcar llega en el año 1538 y fue introducida por Pedro Heredia a través de la ciudad de Cartagena (116). En Brasil, este hecho se dio principalmente por la llegada de los Jesuitas en 1549, quienes establecieron los primeros cultivos. Para México, las primeras plantas de caña de azúcar fueron trasladadas de Cuba en 1522 y se expandió rápidamente por todo el territorio mexicano gracias a sus tierras fértiles (117). En general el procesamiento de la caña para la producción de panela se inicia a mediados de 1970 con tecnología y conocimientos empíricos de los campesinos, hasta el año 2000 se da una mayor investigación y desarrollo, donde se han mejorado los procesos principalmente el de la extracción y limpieza del jugo de la caña, la introducción de sistemas y estrategias enfocadas en la sanidad, protección ambiental y diversificación de la panela (116).

No sobra expresar que el cultivo de caña de azúcar es una actividad agrícola de gran importancia socioeconómica para Latinoamérica y para Colombia en especial, por ocupar el quinto lugar en extensión luego de otros cultivos como el café, arroz, maíz y palma de aceite.

A continuación, se ilustra en una línea del tiempo con algunas acciones puestas como estrategias en la agroindustria panelera comunes en los tres países, en el periodo del año 2000 al 2020.

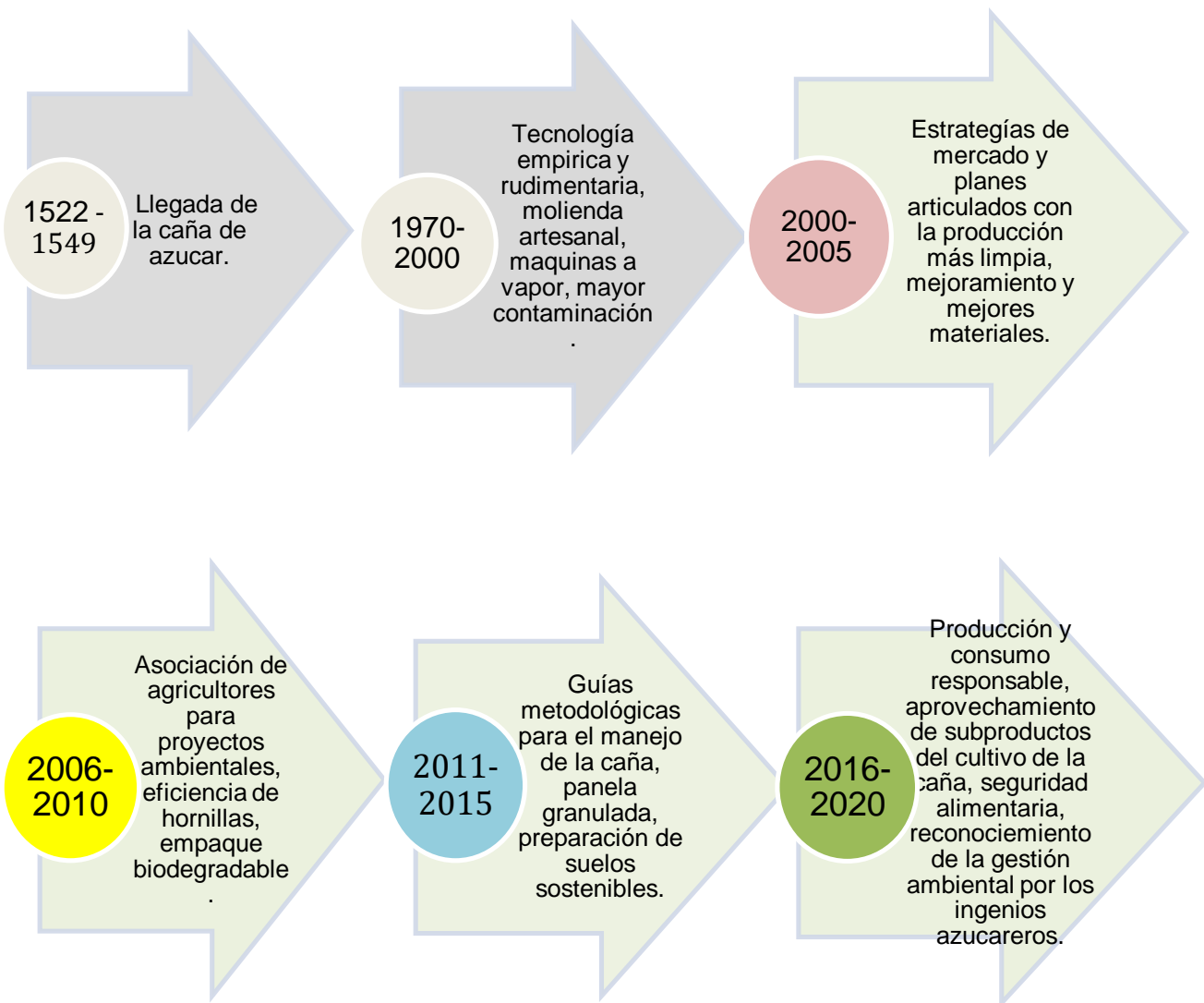


Figura 16. Línea del tiempo, acciones en la agroindustria panelera, 2000 al 2020.
Fuente: Elaboración propia.

La producción más limpia es aquella que reduce los insumos utilizados y desechados en la elaboración de productos como la panela en las áreas cañeras,

3.3 La producción más Limpia el principal reto a ser afrontado

mejora el funcionamiento en los costos y gastos de los productores, y la competitividad de la empresa, sin embargo, muy pocas pequeñas y medianas empresas tienen la cultura de implantación de la PML. Por eso, a lo largo de la gestión administrativa en la cual se involucra el tema ambiental en la producción de alimentos necesarios de la canasta familiar, surge la necesidad de realizar una producción más sostenible por medio de la llamada “producción más limpia - PML”.

UNEP (United Nations Environment Programme), define “producción más limpia como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos más relevantes a los humanos y el medio ambiente” (88). La PML es una de las estrategias llevada a cabo en los diferentes procesos, en una actividad como es el caso de la panela. Es importante tener en cuenta la PML en todas las fases del proceso. En la figura 16 se ilustra las estrategias en los principales componentes de una empresa.

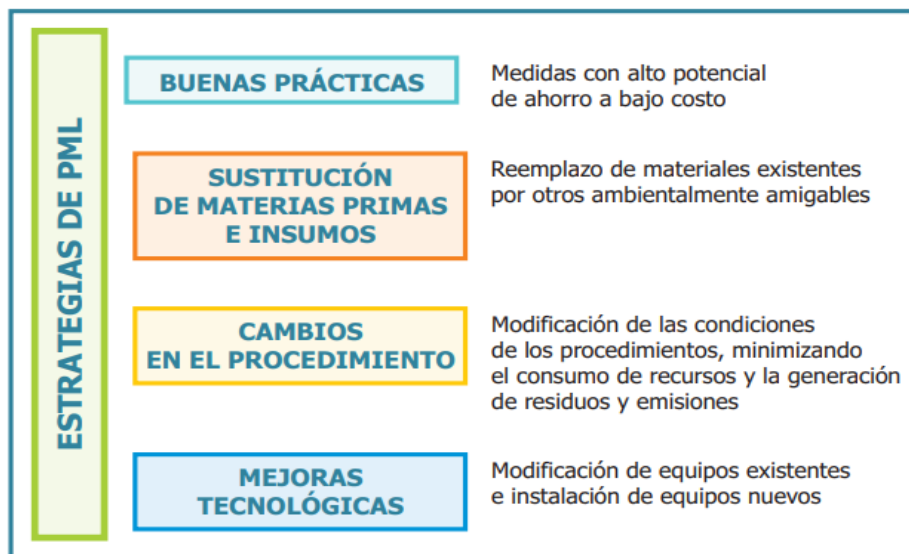


Figura 17. Estrategias de PML.

Fuente: Manual de producción más limpia para el sector salud.

Del mismo modo, la PML busca a través de medidas de prevención, medidas de control, medidas de mitigación y medidas de compensación que conlleven a la sostenibilidad ambiental en las actividades hechas en el proceso. Estas medidas

deben estar dirigidas a evitar riesgos que impacten la salud humana y el medio ambiente, hacer monitoreo y controles, y buscar posibles soluciones a riesgos identificados mediante estrategias como políticas sostenibles y finalmente, retribuir a las comunidades y el entorno que se vieron afectados de alguna forma en la ejecución de producción de la panela.

Por esa razón, varias instituciones colombianas en conjunto con otros organismos involucrados en el gremio de la agroindustria panelera proponen alternativas y/o estrategias de producción más limpia por medio de tecnologías limpias aplicadas a la agroindustria, en la cual está involucrada la gestión ambiental, con una mirada hacia la gestión preventiva que contribuyan al medio ambiente y a salud de los consumidores.

3.4 Estrategias para el mejoramiento del proceso productivo y mejoramiento de la sostenibilidad ambiental analizados a través de las experiencias y estrategias en cada uno de los países incluidos en este ejercicio reflexivo

3.4.1 Experiencias y estrategias en el caso colombiano.

La producción de panela es una de las agroindustrias rurales de mayor tradición en Colombia y hace parte de las principales actividades económicas en las regiones, la cual genera un alto número de ingresos a miles de familias campesinas. Colombia tiene la ventaja significativa de poseer extensiones grandes de terrenos ricos en biodiversidad que contribuyen al cultivo de la caña de azúcar.

Debido a que, Colombia es un país pionero en la producción de panela y en muchos países es referente ante este proceso, donde la mayoría de los trapiches trabajan de forma artesanal, varias organizaciones involucradas en el gremio panelero han puesto en marcha la introducción de tecnologías y estrategias para el mejoramiento que aporten a todo el sistema productivo, desde una planificación para el aumento de eficiencia y competitividad en el mercado, buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura, y por supuesto la gestión ambiental enfocada a contribuir al entorno.

Para empezar, se hablará de las estrategias desde una mirada en la planificación y aumento de eficiencia es todas las etapas del proceso productivo, a través de actividades sostenibles para así disminuir los gastos y consumo de recursos (89).

3.4.1.1 Estrategias de planificación y aumento de eficiencia.

Desde el 2002 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible creó el Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes que, articulada con la política de Producción más Limpia, ayudan a la gestión ambiental con herramientas de planificación para aumentar la eficiencia en los procesos, ahorro en el gasto y consumo de recursos naturales y materias primas, y disminución de residuos y emisiones contaminantes. Este plan está enfocado al mejoramiento del medio ambiente especialmente de productores que se ubican en zonas rurales, donde sus procesos son más tradicionales y artesanales.

En el plan esta conferida la estrategia de emprendimiento de Negocios Verdes, que se dirige prioritariamente hacia la promoción de empresas que incorporen temas como uso eficiente de energía, adaptación al cambio climático, manejo de residuos, tecnologías más limpias, materiales de construcción sostenibles, uso sostenible de la biodiversidad, biotecnología y agroindustria (89).

Luego, se ilustrarán las estrategias para mejorar la competitividad en los mercados de los pequeños trapicheros para que lleguen a un mejor nivel de competencia con otras industrias y se empoderen del mercado en la canasta familiar, sin tener brechas.

3.4.1.2 Estrategias para el mejoramiento de la competitividad.

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el año 2008 comenzó con la investigación sobre los instrumentos que pudieran contribuir en nuevas tecnologías en la cadena productiva de la panela y su agroindustria, ellos articularon herramientas de gestión tecnológica enfocadas al mejoramiento de la competencia en el mercado panelero. Estas herramientas son:

- Diagnóstico tecnológico, este permite tener una mirada sobre las oportunidades y limitaciones que se tienen en el campo, teniendo como referencia información secundaria la cual ayuda a determinar el desempeño actual y nuevas alternativas de planeación en la cadena productiva.
- Benchmarking sirve como herramienta de comparación de desempeño de los procesos con otros sectores, el cual ayuda a implementar estrategias de mejoramiento en el desempeño y competitividad.
- Vigilancia tecnológica que es la actualización de las tendencias tecnológicas en el mercado, que permite estrategias de acortamiento en las brechas tecnológicas de la cadena productiva y la vigilancia comercial, aporta mediante un estudio de mercado conocer todo lo involucrado en relación con el mercado.

- Prospectiva tecnológica que contribuye a analizar posibles tecnologías futuras en ciertos sectores (75).

De igual forma el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar - CENICAÑA por medio de la guía metodológica “Manejo Agronómico del Cultivo de Caña de Azúcar con el Enfoque de Agricultura Específica por Sitio, AEPS” da los conceptos fundamentales de la AEPS y las herramientas de información desarrolladas para apoyar a los productores azucareros en sus decisiones de innovación tecnológica y desarrollo sostenible con base en la AEPS (90).

Después, llegan las estrategias de financiación, las cuales son un pilar fundamental para hacer posible el proceso productivo de la panela en sus diferentes fases.

3.4.1.3 Estrategias de financiamiento.

En el plan de modernización de la economía campesina que propone por medio del programa de apoyo integral a pequeños y medianos productores el financiamiento rural, cuyo propósito es la adquisición de créditos para el mejoramiento y obtención de nuevos materiales y equipos para aumentar la eficiencia en los sistemas de producción, transformación y comercialización.

Estos fondos que aportan al financiamiento rural son:

- Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (FINAGRO).
- Fondo agropecuario de garantías (FAG).
- Incentivo de Capitalización Rural (ICR).

Después, tenemos las estrategias de BPA y BPM que son aquellas estrategias ligadas a mejorar el que hacer en las diferentes actividades y tareas por parte del personal involucrados, desde la cosecha hasta la entrega final del producto, con una mirada desde la seguridad de los trabajadores (18).

3.4.1.4 Estrategias de Buenas Prácticas Agrícolas - BPA y Buenas Prácticas de Manufactura - BPM.

Las buenas prácticas agrícolas van enfocadas a fomentar la variedad de semillas resistentes a plagas y las condiciones del terreno, manejo y preparación del suelo, fertilización, riego, recolección e igualmente la salud y seguridad de los trabajadores en el manejo de la cosecha, este último se describe mejor en las buenas prácticas de manufactura debido a que, en las dos prácticas, la salud y seguridad de los trabajadores es indispensable.

Para empezar el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar - CENICAÑA realizó una Guía metodológica sobre “preparación de suelos para la producción sostenible de caña de azúcar” con el objetivo de que se realicen las labores de forma eficaz y eficiente que aporte a la conservación del suelo y al mejoramiento de los niveles de producción de una forma sostenible (90).

Respecto al uso de fertilizantes que pueden ser de tipo químico los cuales se les deben dar un buen manejo de acuerdo a su etiqueta técnica, también existe la fertilización mediante material orgánico, donde se encuentran los “abonos orgánicos naturales” como los abonos verdes de plantas, abonos orgánicos fermentados que es la combinación de desechos de cosecha con microorganismos fermentadores y fuentes de alta disponibilidad de energía, y el estiércol de animal que separados o unidos como en el caso del compost cumplen la función de la conservación, fertilización del suelo y aumenta la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

También se encuentra el Vermicompost o humus de lombriz, que es abono inorgánico rico en enzimas y microorganismos, el cual aporta excelentes nutrientes en el desarrollo de la planta, así mismo, existen minerales naturales como la roca fosfatada la cual en cantidades pequeñas se incorporan al suelo con el objetivo de proveer nutrientes que favorezcan su ciclo biológico y el de las plantas.

Finalmente, se tiene la fijación biológica llevada a cabo por microorganismos con la capacidad de fijar nitrógeno (N₂) que no puede ser utilizado por las plantas a formas que sí pueden ser empleadas, como es el nitrógeno amoniacal, y las micorrizas que consiste en la asociación simbiótica de plantas cultivadas y silvestres con hongos del suelo, en donde la raíz es invadida por el hongo, permitiendo el mutuo beneficio (85).

Por otro lado, se tienen sistemas eficientes de riego que garantizan el recurso hídrico para otras labores alejadas de las zonas de fertilizantes químicos, en el cual es necesario verificar la calidad de esta agua (56). El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar - CENICAÑA hizo un informe referente al “manejo eficiente del riego en el cultivo de la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca” que según José Ricardo Cruz, investigador de CENICAÑA y autor del libro “con este libro se busca que los técnicos responsables del riego y los productores de caña cuenten con una guía práctica de procedimientos para la solución inmediata del manejo del agua, lo cual se traducirá en un uso más racional y sostenible de los recursos y en mayor competitividad de nuestra región” (90).

En lo que concierne a las buenas prácticas de manufactura – BPM, esta tiene el objetivo de evitar contaminaciones cruzadas en los productos, evitar los accidentes y enfermedades laborales y contar con las instalaciones locativas adecuadas para que el proceso de producción sea de buena calidad y donde se protejan los alimentos. Adicionalmente, las BPM deben contener los componentes de utilización de los elementos de protección personal - EPP, higiene personal, limpieza y desinfección de las zonas de trabajo, utensilios de limpieza, recursos como el agua para lavado y por supuesto las capacitaciones en temas específicos y generales,

este último es importante ya que, si desde un inicio de labores el personal tiene el conocimiento necesario sobre las indicaciones pertinentes de todo lo relacionado de cómo se debe hacer el trabajo, se evitará a incurrir en errores en el proceso.

Las organizaciones que han aportado por medio de guías y manuales los pasos necesarios para realizar buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura, para así contribuir al manejo de los recursos naturales y las materias primas utilizadas en cada actividad son:

La Federación Nacional de Productores de Panela - FEDEPANELA junto con la Sociedad de Agricultores de Colombia - SAC crearon el manual sobre Manejo Ambiental de Trapiches como estrategia de Producción más Limpia (43). Del mismo modo, el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA mediante la guía “Mis Buenas Prácticas Agrícolas - guía para agroempresarios” ilustra las Buenas Prácticas Agrícolas - BPA las cuales, son las prácticas adecuadas desde el cultivo hasta la cosecha, teniendo en cuenta la inocuidad de la cosecha, la conservación del medio ambiente y la seguridad y salud de los trabajadores, las Buenas Prácticas de Manufactura en el proceso de elaboración, y por medio del análisis de peligros y puntos de control críticos - HACCP permite identificar, evaluar y controlar peligros específicos en un proceso (91).

Para terminar, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA y La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, a través de la “guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña de panela”, la “guía para empresarios - oportunidades de producción más limpia en la industria panelera” y el “manual técnico de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manufactura”, han contribuido con estrategias que relacionan todos los componentes a tener en cuenta en cada proceso, las alternativas van desde el proceso de cultivo, cosecha, poscosecha hasta las alternativas de seguridad, saneamiento y gestión ambiental.

Por otra parte, se darán a conocer las estrategias de transferencia tecnológica, que son aquellas que apoyan a todo el proceso para que sea más efectivo en tiempo y calidad del producto, contribuyendo a la conservación del medio y sus recursos que son utilizados en esta práctica.

3.4.1.5 Estrategias de transferencia tecnológica.

El Instituto Colombiano Agropecuario - ICA y el gobierno holandés en 1986 crearon el convenio del Centro de Investigación y Mejoramiento de la Panela - CIMPA con el propósito de introducir nuevas tecnologías en favor a los productores de la caña para panela a través de actividades de investigación y transferencia tecnológica (92).

Es así como CIMPA aliado con CORPOICA realizaron un desarrollo y transferencia de tecnología en la Hoya de río de Suarez - Cundinamarca, con la prioridad de mejorar los procesos de producción desde los aspectos del cultivo, elaboración de

la panela y el uso de subproductos, y así contribuir a la conservación y protección de los recursos naturales.

Las alternativas tecnológicas se basaron principalmente en variedades de caña tolerantes a las condiciones de cada región y semilleros para la obtención de dichas variedades, recomendaciones sobre fertilización, abono de suelos, manejo de malezas, recomendaciones de alternativas de uso del suelo para mejorar su calidad y utilización de subproductos del cultivo como alimentación animal, recomendaciones sobre diseño, operación y sistemas de prelimpieza en los equipos de molienda de los juegos, para reducir pérdidas y mejorar la calidad de los jugos disminuyendo los aditivos en el proceso de prelimpieza.

Además, de hornillas energéticamente eficientes que permiten eliminar o disminuir los combustibles adicionales al bagazo y con cámaras de combustión tipo Ward-CIMPA las cuales emplean el bagazo húmedo, reduciendo costos en el secado y facilitando la molienda, y pailas evaporadoras para la producción de melote por medio de la cachaza (93).

La transferencia tecnológica también incluye los componentes sobre el manejo y mantenimiento de equipos. El diseño, la operación y el mantenimiento de estos implementos y equipos, debe estar enfocado desde los puntos de vista de la seguridad de los operarios, la calidad de la panela, la larga vida útil de los equipos y la eficiencia de los mismos para obtener rentabilidad del proceso productivo (85).

- Los molinos paneleros deben estar ubicados en la parte alta del trapiche, para facilitar el desplazamiento de los jugos por gravedad. La distancia entre el eje del motor y el eje del volante del molino, cuando se utilizan motores de combustión interna y correas planas, debe ser de unos 3 a 4 metros; así mismo, el portacaña debe ubicarse mínimo a 1 m de altura sobre el piso; mediante un hilo se debe alinear perfectamente la polea del motor con el volante del molino (85).
- El mantenimiento del molino debe ser periódico, asegurándose que sus partes están ajustadas, su lubricación con aceite nuevo, la correa o banda de transmisión debe estar en buen estado y se debe hacer una limpieza profunda al terminar labores, así se disminuye la polución de contaminantes para el siguiente lote de molino. En la figura 17 se visualiza un modelo de molino.

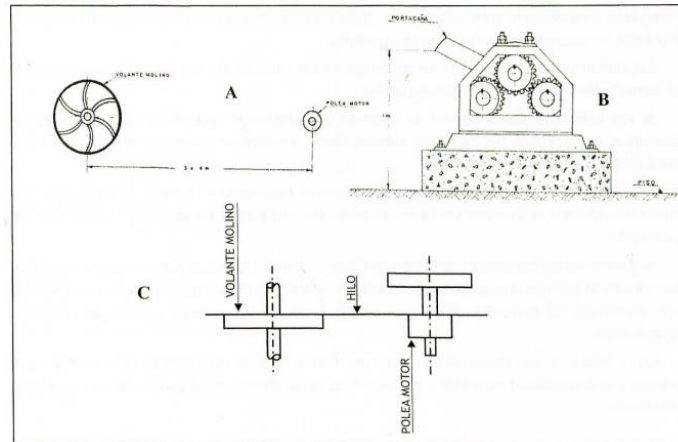


Figura 18. Modelo de un molino eficiente.

Fuente: Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera.

- Los motores en la operación y mantenimiento son hechos por un operario capacitado sobre el suministro de combustible, lubricación, arranque y parada, también comprobando niveles de aceite, fugas, circulación del agua, humo de escape, filtros, entre otros, que hacen que el funcionamiento de los motores sea constante y funcione de manera correcta.
- Los equipos de pre limpieza como los tanques son diseñados con lámina de acero inoxidable, el cual debe tener una limpieza que evite la acumulación de microorganismos contaminantes que lleguen a los jugos, lo preliminares deben estar limpios y sellados correctamente para evitar contaminación de impurezas.
- Los equipos de hornillas dependen de la capacidad de producción y de inversión de los productores. Las hornillas por lo general son de acero inoxidable para la construcción de los intercambiadores de calor o pailas, el uso de parrillas fundidas y cuando es posible económicamente el uso de ladrillo refractario (85).
- Existen nuevas hornillas que aprovechan mejor la energía del combustible que las hornillas tradicionales, debido principalmente al mejor diseño de la cámara de combustión y del área de transferencia de calor y por eso se reducen los consumos de combustibles. Al aumentar el área efectiva de transferencia de calor, las pailas pueden atrapar mejor el calor que proviene de los gases y de esta manera se necesita menos combustible para mantener o incluso aumentar la capacidad de producción de la hornilla (85).

- Las Chimeneas tienen el tiro que garantiza el suministro de aire necesario para la combustión del bagazo y el transporte a través del ducto. Una válvula mariposa lo que permite controlar el proceso. Por otro lado, en el cuarto de moldeo es indispensable garantizar la limpieza e higiene, para evitar focos de contaminación por el bagazo, roedores e insectos (94).

En último lugar, en Colombia maneja las llamadas estrategias de gestión ambiental, la cuales están ligadas a actividades para el mejoramiento directo del entorno y los recursos que involucran la producción de panela.

3.4.1.6 Estrategias de gestión ambiental.

El Instituto Colombiano Agropecuario - ICA mediante “la guía de mis buenas prácticas agrícolas - guía para agro empresarios”, ilustra recomendaciones de la gestión ambiental que se le debe dar a los recursos naturales (91). Esta gestión ambiental se da principalmente desde:

- Reciclaje de subproductos: los restos de forrajes, cachaza, melote y pedazos de panela, para no ser tirados en zonas desoladas, son utilizadas como fertilizante (abonos orgánicos) y alimento de las mulas, cerdos, bovinos y aves. Esta reutilización no solo ayuda a prevenir fuentes de contaminación por residuos en las zonas, especialmente las rurales, sino que disminuyen también costos en alimentación para los animales.

La utilización de subproductos de caña en la alimentación animal debe tener en cuenta, además de su composición química y su caracterización nutricional, aspectos socioeconómicos, técnicos y ambientales; la eficiencia biológica de los animales, el costo de tratamiento de transformación y de las dietas finales; los sistemas regionales de producción y la aplicación de estas alternativas frente a las convencionales (85).

La reutilización de los subproductos del proceso de la panela está enmarcada con el objetivo 12 de desarrollo sostenible “producción y consumo responsable” donde una de sus metas va enfocada a reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización (95).

- Empaque y almacenamiento por medio de cartón, el cual permite aislar el producto de los humanos, además es reciclable. Este contribuye al reciclado del empaque y es amigable con el entorno (94).
- Mejoramiento de la calidad del aire con la incorporación de hornillas mejoradas que permiten reducir la emisión de contaminantes como el monóxido de carbono, los gases nitrogenados y las partículas sólidas u hollín. De igual manera, el aumento de la eficiencia energética de las hornillas

contribuye a la reducción o eliminación del uso de leña y caucho, disminuyendo la presión sobre el recurso forestal y la producción de gases azufrados, que en altas concentraciones puede originar lluvias ácidas (85).

- Los nuevos modelos de hornillas han disminuido las partículas de gases nitrogenados, monóxido de carbono y dióxido de carbono, los cuales son gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global.
- Tratamiento de aguas residuales con la implementación de un foso séptico, acompañado de sistemas de infiltración de terreno. Un foso séptico es un recipiente cerrado e impermeable que ofrece un tratamiento primario de las aguas residuales, almacena y suministra una estabilización limitada a la materia orgánica y permite que el líquido clarificado sea descargado (85). Después del tratamiento que se le da al agua esta debe ser infiltrada al suelo por sistemas eficientes como:
 - Zanjas filtrantes: se trata de zanjas de poca profundidad (< 1.0 m) y anchura (0.45 - 0.80), excavadas en el terreno, que recogen y distribuyen las aguas residuales pretratadas a través de una tubería drenante, colocados sobre un lecho de arena y recubiertos de arena o grava. La grava se cubre con un relleno vegetal, de forma que no se mezcle ni atasque el espacio ocupado por la capa de grava (filtro geotextil) (85).



Figura 19. Sistema de tratamiento con franjas filtrantes.

Fuente: Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera.

- Pozo filtrante: es un sistema de aplicación subsuperficial que es más difícil de construir que las zanjas o canales, pero los efluentes obtenidos son de gran calidad. Están indicados cuando el nivel freático está a más de 4 m de profundidad, y se pueden construir pozos de una gran superficie vertical (85).

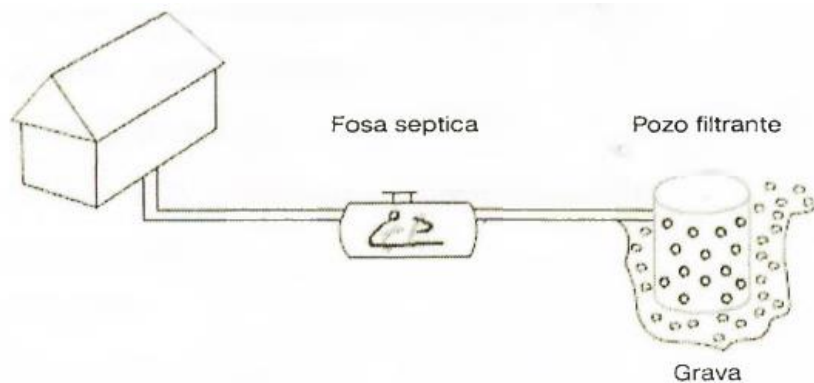


Figura 20. Sistema de tratamiento de pozo filtrante.

Fuente: Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera.

3.4.2 Experiencias y estrategias en el caso mexicano.

La agroindustria panelera es de tipo rural, tradicional y artesanal en todo el mundo, pero especialmente en México, caracterizándose por una producción poco organizada, nula tecnificación y certificación de calidad, y de baja sustentabilidad en la cual no se controlan las condiciones del proceso ni las características del producto terminado (78).

En ciudades como Veracruz una de las zonas abastecedoras de este producto a nivel nacional, en la cual se encuentra la mayor cantidad de zona cañera, los productores cuentan con pocas automatizaciones en el proceso, donde realizan en su mayoría la elaboración de piloncillo de forma muy artesanal y la falta de tecnología existente en la región es grande. Es por eso, que algunos centros e instituciones identificaron estrategias aportadoras al sistema productivo del piloncillo, ya que este se ve afectado por la forma en cómo se produce.

En primer lugar, México propone estrategias desde un orden de planeación nacional, que contiene las siguientes líneas de estrategias:

3.4.2.1 Estrategias de planeación nacional.

La Ley de Desarrollo Sustentable de la caña de Azúcar del año 2005, creó el Centro de Investigación Científica y Tecnológica de la Caña de Azúcar (CICTCAÑA), que se planteó como propósito “orientar los proyectos de investigación y desarrollo para otorgarle más competitividad y rentabilidad a la agroindustria de la caña de azúcar” (96).

En el marco de lo anterior, la Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación - SAGARPA trazó un plan agrícola nacional para el periodo 2017 - 2020 dentro del cual fijó unas estrategias de maximización y desarrollo regional para el caso de la caña de azúcar, estas estrategias son:

- Fortalecimiento de las demandas de investigación, transferencia tecnológica renovable e innovaciones que permitan incrementar la productividad y la diversificación en los procesos.
- Programas de financiamiento para adquisición de tecnología.
- Herramientas de administración para el riesgo en el proceso y riesgos en el mercado.
- Herramientas informáticas georreferenciadas para identificar potencial agroecológico.
- Implementación de campañas, capacitaciones y asesorías en el uso y manejo más eficiente del agua en los ingenios.
- Manejo integral para control de plagas y enfermedades de bajo costo.
- Servicios de laboratorio para análisis e interpretación de muestras de agua y suelo.
- Sustitución de la plantación con variedades de caña para aumentar el rendimiento.
- Programas de fertilización oportuna y manejo eficiente de pesticidas.
- Buenas prácticas agrícolas desde el corte, alza y transporte del producto.
- Utilización de los desechos y transformación de los subproductos.

Después, se tienen las estrategias de BPA y BPM que siguen siendo actividades de gran importancia, para no solo hacen que el proceso productivo de la panela sea correcto sino también que las actividades estén enfocadas en la seguridad y salud de los trabajadores (97).

3.4.2.2 Estrategias de buenas prácticas agrícolas - BPA y buenas prácticas de manufactura - BPM.

Alternativas de fertilización: capacitación de técnicos y productores en relación con fertilizantes orgánicos (composta y biofertilizantes) en lugar de fertilizantes químicos; en caso de fertilizantes nitrogenado, hay capacitaciones con el uso de cantidades que la planta demanda para su desarrollo, el cual significa reducir el

uso de cantidades excesivas de dicho fertilizante; así mismo, capacitaciones sobre la práctica de un manejo eficiente del agua de riego a nivel parcelario y a la no quema de la caña de azúcar antes y después de la cosecha, a fin de aprovechar el nitrógeno contenido en hojas y cogollos que se queman (98).

El Colegio de Postgraduados – COLPOS en educación, investigación y vinculación en ciencias agropecuaria de la Ciudad de Montecillo, ha desarrollado un programa de acompañamiento a las empresas azucareras que deseen implementar innovaciones con sus proveedores de caña en dos ingenios y dos regiones del

Estado de Veracruz (99). El programa fue enfocado en un proceso de formación y en explorar los conocimientos que el productor tenía con respecto a temas de plagas o de manejo del cultivo.

Por otro lado, el Corporativo Azucarero Emiliano Zapata por medio de su sistema de seguridad y salud en el trabajo fomenta las actividades de capacitaciones de autocuidado, uso de elementos de protección personal, primeros auxilios, prevención de enfermedades profesionales y accidentes en el trabajo durante el proceso. Todo esto en relación con las buenas prácticas de manufactura (100).

Finalmente, la Unión Estatal de Cañeros - CNPR y el Colegio de Postgraduados Campus Córdoba desarrollaron Bio-CNPR un formulado de control biológico como alternativa para el manejo de insectos, plagas, enfermedades y problemas relacionados al aprovechamiento de nutrientes poco disponibles en el suelo. Este formulado es a base de microorganismos entomopatógenos, controladores e inoculantes, con un enfoque multifuncional y eficaz para resolver los distintos problemas que afectan al cultivo de caña de azúcar (101).

También, existen las estrategias tecnológicas en México, enfocados a nuevas tecnológicas biológicas en las semillas hasta la obtención de equipos más eficientes, que se describen a continuación:

3.4.2.3 Estrategias tecnológicas.

El Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar - CIDCA, A. C. desarrolla, coordina y/o evalúa proyectos de investigación científica en caña de azúcar y su transferencia tecnológica para otorgar mayor competitividad y rentabilidad a la agroindustria azucarera nacional, principalmente a través del desarrollo de nuevas variedades de caña de azúcar (102).

El centro cuenta con una estación de hibridación que hace referencia a las nuevas combinaciones híbridas de caña de azúcar, que incrementen la productividad del sector y suministra el material genético a los campos experimentales regionales para satisfacer la demanda del sector azucarero en México. Junto con el colegio de Postgraduados Campus Tabasco hizo un convenio sobre esta estación de hibridación para obtener semilla botánica de caña (fuzz). Esta variedad tiene un rendimiento superior por hectárea que otras variedades y es resistente a algunas enfermedades, y de buena germinación (103).

Además, tiene disponible una estación cuarentenaria con el manejo integrado para el control de roedores, mosca pinta y barrenador del tallo en caña de azúcar y finalmente un laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales, que es un sistema innovador de biorreactores de inmersión temporal que permite la regeneración in vitro a gran escala de variedades de caña de azúcar.

Otras estrategias tecnológicas:

- Clarificador de jugos por medio de las cribas, filtros y decantadores.
- Secadores rotatorios de acero inoxidable que reduce humedades hasta un 2.5%.
- Cambio de lámina negra en el sistema de evaporación por acero inoxidable grado alimenticio, que garantiza la obtención de un producto libre de partículas de óxido de hierro (104).
- Molinos: existen molinos tipo A metálicos de tres mazas verticales, movidos por tracción animal, este molino no es muy eficiente en su proceso, debido al esfuerzo y lentitud que hacen los animales, sin embargo, en la mayoría de los trapiches utilizan molinos tipo B de tres mazas horizontales movidos por motores de combustión interna o eléctricos, puesto que son más eficientes en la molienda de la caña y más rápidos.

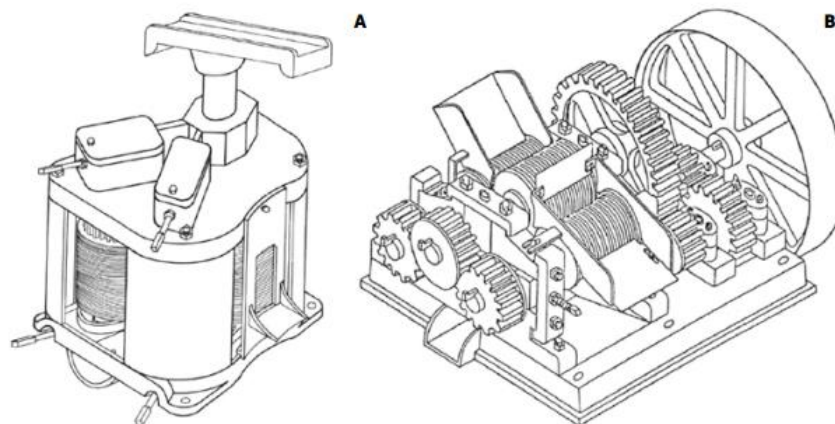


Figura 21. Tipos de molinos de tres mazas.

Fuente: innovaciones en el trapiche panelero: la producción de panela granulada.

México, 2017.

- En el envasado y almacenamiento en muchos casos se realiza manualmente, pero ahora, en trapiches que cuentan con recursos de adquisición de nueva tecnología, optan por envasado mecánicos.



Figura 22. Envasado mecánico y envasado manual.

Fuente: Innovaciones en el trapiche panelero: la producción de panela granulada, México, 2017.

Finalmente, los ingenios azucareros han implementados estrategias de gestión ambiental desde diferentes componentes que contribuyen a la producción de una manera más sostenible con el medio ambiente.

3.4.2.4 Estrategias de gestión ambiental.

El Grupo Beta San Miguel es uno de los mayores productores de azúcar de caña en el país, el cual cuenta 11 ingenios en diferentes regiones. Sus acciones de gestión ambiental en cada uno de los ingenios van encaminadas al mejoramiento de los recursos naturales que son utilizados en el proceso de la azúcar, sin embargo, solo nos interesa las estrategias de gestión ambiental que se realizan en el cultivo y cosecha de la caña de azúcar, la cual es la misma materia prima utilizada que en la elaboración de la panela. A continuación, las estrategias del grupo Beta San Miguel:

- El grupo cuenta actualmente con tres plantas de tratamiento de agua en el Ingenio San Rafael de Pucté localizado en el estado de Quintana Roo, en el Ingenio San Miguel del Naranjo ubicado en el estado de San Luis Potosí y en el Ingenio San Francisco Ameca localizado en el estado de Jalisco (105). También trabaja en el programa CERO Consumo de Agua junto con el Gobierno Federal.
- En el control de plagas lo realiza por medio del control biológico en el campo, que aporta con la reducción sobre el uso de insecticidas tóxicos y llevando a cabo programas preventivos.

- El reciclaje de los subproductos que se obtienen del proceso son convertidos en productos aprovechables en el mismo campo, como fertilizante orgánico por medio de la composta y aprovechamiento del bagazo de caña.
- La cachaza también puede utilizarse en la producción de aguardiente como alimento para la engorda de cerdos o abono para el suelo, mezclando las cenizas que se obtienen de la combustión del bagazo en la hornilla (104).
- Retención de residuos de materia prima (tierra), la cual está directamente relacionada con la disminución de la salida de cachaza y las toneladas de caña.
- Reforestación con los Ingenios a través del programa “voluntariado San Miguel” con la intención de contribuir en el mejoramiento del entorno de la comunidad.
- Programa día de campo: capacitación en materia de nutrición de la caña de azúcar y del paquete tecnológico de la siembra, para reducir los costos en su siembra, incrementar la productividad en sus tejidos y mitigar los impactos ambientales (100).
- Reducción de emisiones a la atmósfera a través del tanque neutralizador, que es el abastecimiento de agua para el lavado de gases y con ello una eficiente separación de partículas en las emisiones de las calderas, además, reducción en el consumo de agua de pozo, aplicando en el lavado de gases solo con agua de reúso, que se descarga de la fábrica de azúcar, esta agua se vuelve a reusar cuando se clarifica al sedimentar las cenizas y retornando al mismo tanque neutralizador (100).

3.4.3 Experiencias y estrategias en el caso brasilero.

Brasil es el segundo productor de panela a nivel de América Latina, este sector agroindustrial rural ha significado para los productores brasileños un insumo esencial para la obtención de ingresos en muchas familias campesinas, especialmente en la región del nordeste del país. La agroindustria panelera se caracteriza por ser una actividad tradicional y artesanal, la cual los productores a medida que pasan los tiempos tratan de diversificar el proceso de producción con la implementación de tecnologías e innovaciones en los trapiches para hacer el proceso más eficiente y de buena calidad.

Aunque la mayoría de las zonas paneleras presentan un bajo nivel tecnológico, el gobierno federal con instituciones de investigación ha contribuido con alternativas que aporten al proceso de una forma más amigable con el entorno.

Primero, se tienen las estrategias de planeación agrícola la cual, contiene programas del cómo debe ser la gestión en las diferentes etapas del proceso productivo.

3.4.3.1 Estrategias de planeación agrícola.

La Confederación de Agricultura y Pecuaria de Brasil – CNA, la cual apoya la generación de nuevas tecnologías y la creación de agroindustrias responsables para aumentar la productividad rural, en los años 2003 - 2004 crearon programas agrícolas donde la agroindustria panelera está incluida. Estos programas son:

- Programa de capitalización de cooperativas de productores rurales.
- Programa de Desarrollo Cooperativo para la Agregación de Valor a la Producción Agropecuaria - PRODECOOP.
- Propuesta para la creación de nuevos programas de inversión.
- Seguro rural: estabilización de los ingresos de los productores agropecuarios mediante el fortalecimiento del Fondo de Estabilidad del Seguro Rural, asignando recursos del Gobierno Federal (18).

De igual modo, el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología en el informe de “nociones de la cultura de caña de azúcar” expone como debe ser la planificación en las diferentes instalaciones del proceso del cultivo con la conservación y preparación del suelo, siembra de caña de azúcar, aspectos culturales de la siembra de caña, la cosecha de caña, el tratamiento cultural de la caña de azúcar y suministro de materia prima durante el período de cosecha (106).

Esta planificación está de la mano con las buenas prácticas agrícolas que se le da al proceso en el cultivo. Así mismo, se tienen las estrategias de financiamiento que siguen siendo un ítem importante para la ejecución de dicha producción en una rama de la agroindustria que cada día tiene más demanda en el país.

3.4.3.2 Estrategias de financiamiento.

El Programa Nacional de Agro industrialización de la Agricultura Familiar busca apoyar la agro industrialización y comercialización de la producción de los agricultores familiares, con el propósito de agregar valor a la producción campesina, generar ingreso y oportunidades de trabajo en el sector rural (18).

Igualmente, la Corporación Financiera Internacional del Banco Mundial, el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), de Brasil, y el Banco Interamericano de Desarrollo, pusieron fondos para habilitar la expansión y consolidación de la industria (107).

Por otro lado, Brasil les apuesta a las estrategias de buenas prácticas, pero en este caso llamadas agronómicas, por medio de guías que describen el paso a paso de las labores que se deben realizar desde la cosecha hasta la producción final de la panela, teniendo presente el cuidado de las personas involucradas en el proceso.

3.4.3.3 Estrategias de buenas prácticas agronómicas.

En la guía “gestión responsable de caña genéticamente modificada” del Centro de Tecnología de Caña, indica las buenas prácticas agronómicas que se deben tener en la plantación de la caña, teniendo una adecuada caracterización del suelo para la plantación, hacer desecación anticipada química en el área total, correcto uso de las plantaciones ya modificadas, adopción de un refugio adecuado para variedades, las cuales tengan una plantación y manutención apropiada para el desarrollo de germinación, control de las plantas dañinas, monitoreo de plagas, y recomendaciones sobre el riego (108).

Por lado, están las estrategias tecnológicas que al igual que en Colombia y México le apuestan al mejoramiento a través de nuevos equipos tecnológicos que colaboren al adecuado proceso de dicho alimento y que contribuya al entorno.

3.4.3.4 Estrategias tecnológicas.

La Red Interuniversitaria para el Desarrollo del Sector Azucarero-Energético RIDESA en convenio con algunas universidades federales del país tienen bancos de germoplasma y estaciones de cruce experimentales, con el propósito de hacer mejoramiento genético de la caña de azúcar en diferentes variedades, mediante los programas de mejoramiento genético de la Caña de azúcar – PLANALSUCAR (109).

Es así como el Centro de Tecnología de Caña - CTC también hace parte de las instituciones que cuentan con un banco de germoplasma de caña de azúcar, con más de 4.000 variedades en la estación de hibridación CTC de Camamu (BA).

Allí se realizan cruces para cada una de las regiones cañeras del país con estrictas pruebas de inoculación para seleccionar solo aquellas variedades que se sabe que son resistentes a las principales enfermedades. También, se emplean técnicas avanzadas de biotecnología para identificar características deseables mediante el análisis del ADN de las variedades. La biotecnología moderna también está presente en los sistemas de transformación genética, que ya han producido variedades de CTC resistentes a insectos (110).

En los estados de Bahía, Paraíba y Minas Gerais, algunas unidades productoras de paradura ya tienen iniciativas de modernización en mejoras tecnológicas para el sistema productivo. Estas iniciativas son:

- Monitoreo de la maduración de la caña de azúcar a través del refractómetro, equipo que permite verificar la concentración de sólidos solubles.
- Molinos de hierro o acero inoxidable, los cuales son más higiénicos y productivos.

- Decantador de jugos que permite la eliminación de las impurezas que aparecen en los jugos y facilita la operación de aclaración.
- Sustitución de los hornos por la caldera y la interconexión de las ollas a través de tuberías y válvulas que promueven el flujo mecanizado del jugo concentrado, proporcionando el control de la operación.
- Sistema de concentración de caldo usando vapor de caldera en ollas encamisadas (111).

Adicional en el CAI canavieiro del estado de São Paulo, la cosecha se realiza en muchos casos por medio de la mecanización dejando atrás el corte manual. En Brasil también se tiene una mirada en las estrategias de gestión ambiental, que finalmente son las que ayudan al mejoramiento del medio ambiente a través de la restauración de los daños ocasionados por dicho proceso, como se expresa a continuación (112).

3.4.3.5 Estrategias de gestión ambiental.

- Zonificación Agroecológica de la Caña localiza el potencial de la tierra para la expansión y producción del cultivo de la caña de azúcar de una manera sostenible. Esta contribuye a la planificación de la producción evitando expansión en áreas con cobertura vegetal nativa; producción de biocombustibles sostenible y ecológicamente limpio; cogeneración de energía eléctrica reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y generación de créditos de carbono; conservación del suelo y el agua mediante de técnicas conservacionistas y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante sustitución progresiva de la quema por recolección mecánica (113).
- Uso de subproductos generados por el procesamiento donde el bagazo resultante es utilizado en la producción de bioelectricidad en el propio trapiche o vendido, la paja de caña se utiliza por completo como combustible cuando la recolección mecanizada está completamente implementada.
- Control biológico de plagas en escala comercial, en la cual reduce la necesidad de aplicar herbicidas y pesticidas. Además, la aplicación de la torta de filtración (P) rica en fósforo en los cultivos de abono orgánico y vinaza, rico en potasio (K) y nutrientes, como abono biológico.

- Biodigestión de la vinaza, lo que resulta en la producción de biogás, que también puede introducirse en la cadena de producción.
- Uso de bagazo como fertilizante o en la alimentación animal promueve mejoras en la rentabilidad de la empresa.
- Envasado con cajas y plástico polietileno (111).

En pocas palabras, se logró identificar que las instituciones involucradas en el gremio de la agroindustria de la panela de los tres países de estudio, le están apostando a grandes esfuerzos para implementar estrategias de producción más limpia en la cadena productiva de la panela, desde una mirada de gestión preventiva e integrada en todos los procesos, a fin de reducir los riesgos en la salud ambiental y humana.

Estas estrategias con un enfoque desde la planificación hasta la sostenibilidad en la gestión ambiental, ayudan mucho a la agroindustria panelera ya que, en muchas regiones de los países, la mayoría de los productores están ubicados en zonas rurales y no cuentan con sistemas convencionales, esto debido a la deficiencia en la obtención de tecnología para todo el proceso, sin embargo, tanto las organizaciones como los productores le siguen apostando al desarrollo científico y tecnológico para mejorar las condiciones de producción de una forma más sostenible y que llegue al consumidor final con una calidad sanitariamente viable.

10. Discusión

Este trabajo monográfico tuvo como objetivo analizar las prácticas y aspectos ambientales asociados al proceso productivo de la panela, las acciones encaminadas a una producción más limpia y la mitigación de los impactos negativos sobre la salud humana que puedan evidenciarse a través de una revisión de la literatura entre los años 2000 a 2020 en países como México, Brasil y Colombia. De la misma forma, se buscó describir el proceso productivo de la panela y sus diferentes características con el fin de conocer las estrategias y componentes tecnológicos para identificar los avances en la cadena productiva hacia una producción más limpia en esta agroindustria.

Es necesario señalar que entre los países de estudio del presente trabajo, Colombia es referente y base de todo el proceso productivo de la panela, al ser el segundo país productor a nivel mundial después de China, por lo tanto, se encontró no solo mayor información bibliográfica, sino una similitud en todas las actividades que implica la producción de la panela desde la selección de la caña hasta su consumo, por lo que se dificulta la comparación y análisis de información en los demás países que ponen como referencia a nuestro país.

En este sentido la asociación de prácticas y aspectos ambientales también reflejan una problemática global evidenciada en los tres países, por ser una actividad rústica y que se da principalmente en el sector rural, desarrolladas por familias campesinas que en su mayoría no están organizadas y que a pesar de ser una actividad que lleva tiempo en el mercado, además de las técnicas propuestas por corporaciones y agremiaciones, presentan un riesgo no solo laboral, sino ambiental y social. Esto se evidencia en la falta de normatividad y regulación propia de acuerdo a la situación de cada país, en este caso México y Brasil, los cuales se podría decir que tienen como guía la producción de panela en Colombia y se rigen con base a los manuales que se han expedido a nivel general.

No obstante, en cada etapa del proceso para la elaboración de la panela y su cadena productiva en los tres países, se evidenciaron avances técnicos relacionados con las buenas prácticas ambientales (BPA) y buenas prácticas de manufactura (BPM) que se han venido desarrollando e interiorizando por los productores y comercializadores de panela, como lo es el manejo del suelo, maquinaria, recolección y disposición de residuos, emisiones, control de plagas y productos químicos. Cabe resaltar, que la tecnificación e implementación de estas prácticas a pesar de que la producción de panela es a nivel mundial se da a nivel interno, pero ha venido aumentando y generando valor agregado dada la alta competitividad sectorial, por lo que la cadena productiva se vuelve un ciclo aún más complejo y con mayores retos en materia de producción, distribución y comercialización.

Para asegurar la comprensión de todo el sistema de producción de la panela se puede clasificar el proceso en las siguientes etapas:

- Actividades de campo.
- Proceso de la caña – pos cosecha.
- Distribución y comercialización.

Este sistema se analizó de una forma global entre los tres países, ya que sus actividades de producción tienen características comunes entre sí, así como los aspectos ambientales transversales a él. Este trabajo más que una comparación, es una integración y recolección de conocimiento que aportó información integrada de los tres países estudiados. Adicional a esto la problemática evidenciada en cada etapa se cruza con los recursos naturales, factores tecnológicos y la falta de recursos en la producción de panela por parte de las familias campesinas, quienes ven en esta actividad no solo una fuente de ingresos económicos, sino que recogen un legado cultural, algo que explicaría en cierta medida su resistencia a asumir procesos de modernización y tecnificación. Por lo tanto, el cruce de estos factores implica la generación de impactos y aspectos ambientales, los cuales también son transversales en toda la cadena productiva de la panela y en cada uno de sus eslabones, centrándose en los primeros, donde se da la mayor actividad por parte de los proveedores y cultivadores, que son los mismos campesinos y familias.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, en el proceso de la panela y su cadena productiva, se pudieron identificar y clasificar los aspectos e impactos ambientales de una mejor manera, asociándolos por actividad, recursos utilizados y prácticas ambientales lo que hace posible tomar las acciones correctivas pertinentes. De esta manera, se logrará afrontar uno de los principales retos en esta agroindustria, como es, una producción más limpia en miras a reducir los insumos utilizados y los desechos que dañan el medio ambiente.

Dentro de las principales necesidades técnicas y administrativas identificadas se encontraron la falta de control de los procesos y dosificación de insumos, la existencia de una tecnología obsoleta, una operación insegura de maquinaria y bajo nivel de automatización. Todas estas características se hallaron comunes entre Colombia, Brasil y México respecto a la producción y cadena productiva.

En cuanto a las necesidades de sostenibilidad ambiental se encontró, que es importante atender factores relacionados con la contaminación, un mejor uso del suelo y racionalización del recurso hídrico, así como también, realizar un adecuado aprovechamiento de los residuos que pueden ser reutilizados y recuperados. Es en el marco anterior que las estrategias adoptadas por los tres países han de girar en torno a la planificación y aumento de eficiencia, mejoramiento de la competitividad, estrategias de financiamiento, BPA y BPM y la gestión ambiental.

Teniendo en cuenta lo anterior, uno de los hallazgos más significativos, es la relación que hay entre los impactos medioambientales y la falta de acceso a los recursos económicos y financieros por parte de los productores de esta agroindustria, que buscan volverse más rentables y competitivos contribuyendo a una sostenibilidad económica y sustentable a través del mejoramiento de sus procesos y cooperativismo, por medio de agremiaciones, las cuales se convierten en la ruta de acceso para obtener beneficios económicos y para el desarrollo del sector rural.

Todas estas estrategias evidencian los esfuerzos por mitigar los impactos negativos al ambiente, en las personas directamente involucradas en el proceso de producción de la panela y las que consumen este alimento. Es decir que, puede haber un mejoramiento integral con base a las necesidades de salud, dando respuesta a la realidad y limitantes en las dinámicas del sector panelero. En conclusión, para encaminar las acciones hacia una producción más limpia en la agroindustria panelera deben ir de la mano los aspectos ambientales, sociales y económicos instalados en todo el proceso y la cadena productiva.

11. Conclusiones

Como resultado de este trabajo se concluye que tanto México, Brasil y Colombia están entre los principales países Latinoamericanos que se dedican a la producción panelera, en el cual Colombia se posiciona en el segundo puesto a nivel mundial, después de la India, donde de los 32 departamentos de dicho país, cerca de 27 practican esta actividad de cultivo de la caña panelera. La característica principal dentro de su proceso productivo relacionada con los aspectos ambientales, tiene como factor común una producción tradicional y artesanal, es por esto que hay poco cumplimiento de requisitos sanitarios o controles de calidad que se traducen en la afectación al medio ambiente y la salud humana.

Según la revisión de la literatura respecto a las diferentes características del proceso productivo de la panela, este es descrito por etapas y a su vez es el principal eslabón de toda la cadena productiva, allí no solo se da un impacto ambiental mayormente negativo, también existe un impacto positivo sobre las familias campesinas, en cuanto al entorno socioeconómico, ya que es su principal fuente de ingresos, sin dejar a un lado el riesgo inminente a la salud por la falta de organización y seguridad en sus procesos, ya que se trata de una producción que genera un gran esfuerzo de trabajo.

También se puede decir que al analizar las prácticas y aspectos ambientales dentro la cadena productiva, se determinó que la mayoría de estudios y artículos relacionados en cada país, donde Colombia es referente de esta agroindustria, apuntan hacia la realización de planes de gestión ambiental haciendo una selección de acciones a través de diagnósticos en los trapiches, para ello utilizan matrices que ayudan a identificar los impactos en cada actividad y los recursos que son afectados por los diferentes aspectos ambientales. Dentro de estos aspectos se encontró que las hornillas utilizadas como insumo para la elaboración son rústicas y no cumplen las especificaciones de cada trapiche. Además de la utilización de combustibles fósiles, químicos y la poca eficiencia en todo el proceso. A partir de esto, es razonable la toma de acciones preventivas y correctivas en esta agroindustria.

Por último, el avance en las diferentes estrategias para mejorar la producción de panela y todo el entorno agroindustrial de esta, se dirige hacia un desarrollo y aprovechamiento sostenible que ayudan a mantener los recursos naturales, mejorar las técnicas para la utilización de estos en contribución con una producción más limpia.

12. Recomendaciones

De la experiencia en la búsqueda de información para realizar este trabajo relacionado con el proceso productivo de la panela y sus diferentes características, las prácticas y aspectos ambientales implementados en la cadena productiva y las estrategias y componentes tecnológicos implementados que contribuyen a mejorar la calidad de la salud ambiental y humana, a través una producción más limpia, se desea que haya una mejora continua en todo el proceso ya que, este tema involucra componentes ambientales y de salud importantes en el desarrollo de la agroindustria panelera, por lo tanto, las principales recomendaciones sugeridas por el presente estudio bibliográfico están dirigidas a:

Incorporar nuevas tecnológicas por medio de equipos que faciliten el proceso de una manera más eficiente e integrada, dejando poco a poco la producción artesanal en los trapiches.

Es interesante la unión entre los países que producen dicho alimento, donde las alianzas estén dirigidas a la investigación e implementación de tecnologías sostenibles, convenios sobre el comercio a nivel internacional y por supuesto, mecanismos más eficientes de producción.

Esta actividad productiva de panela es muy rustica y requiere el acompañamiento constante a las familias campesinas por expertos en cuanto a la organización adecuada para todas las etapas del proceso.

Integrar esfuerzos con entidades sobre seguridad y salud en el trabajo, para la obtención de Elemento de Protección Personal – EPP y capacitaciones continuas a los involucrados en la producción, ya que esta requiere un gran esfuerzo de trabajo.

Es conveniente involucrar más a los organismos públicos y privados relacionados con el gremio para la incorporación de nuevas estrategias de planificación y estrategias financieras, puesto que un alto número de familias dependen de esta labor.

Muy importante la continua inspección, vigilancia y control por parte de las instituciones reguladoras en salud y medio ambiente, donde verifiquen el cumplimiento de la normatividad vigente respecto a la utilización de los recursos naturales, por medio de los planes de gestión ambiental y así tomar acciones correctivas y preventivas en todo el proceso.

Finalmente, la implementación y/o modificación de la normatividad vigente a nivel nacional con la ayuda de referentes como Colombia, puesto que en el caso de México es poca la regulación vigente sobre el tema.

13. Agradecimientos

Damos las gracias principalmente a Dios por habernos permitido llegar a esta fase final de nuestra carrera y a cada una de nuestras familias por siempre apoyarnos.

Agradecemos también a la Universidad de Antioquia especialmente a la Facultad Nacional de Salud Pública por proporcionar los medios necesarios para culminar con excelencia este proceso de formación.

Finalmente, agradecemos a nuestros asesores, la profesora Margarita María Pérez Osorno y al profesor Carlos Arturo Sandoval Casilimas por brindarnos las bases necesarias, por medio de sus conocimientos y amplia experiencia, para hacer posible el desarrollo de este trabajo.

¡Gracias!

Referencias

1. Da Silva CA, Baker D, Shepherd AW, Jenane C, Miranda da Cruz S. Agroindustrias para el desarrollo [Internet] [Consultado 2020 jun 07] Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3125s.pdf>
2. Escuela Europea de Excelencia [Internet] Santiago centro; 2018 [Consultado 2020 jun 07] Disponible en: <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/04/que-son-los-aspectos-ambientales/>
3. Marcano J. Recursos Naturales [Internet] [Consultado 2020 jun 07] Disponible en: <https://jmarcano.com/recursos/recursos.html>
4. Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española [Internet] Madrid; 2020 [Consultado jun 07] Disponible en: <https://www.rae.es/>
5. Gobierno de México. Impacto ambiental y tipos de impacto ambiental [Internet] Ciudad de México; 2018 [Consultado 2020 jun 07] Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/impacto-ambiental-y-tipos-de-impacto-ambiental>
6. Kalpakjian S, Schmid SR. Manufactura, Ingeniería y Tecnología. 4ta Edi. [Internet] Ciudad de México: Pearson Educación; 2002 [2002 actualización; consultado 2020 jun 07] Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gilYI9_KKAoC&oi=fnd&pg=PR19&dq=manufactura+concepto&ots=mpcMvWuuJB&sig=IzPunO5IJVCoz9QovOWXzo4SNgM#v=onepage&q=manufactura%20concepto&f=false
7. Fedepanela. Guía Ambiental para el Subsector Panelero [Internet] [Consultado 2020 jun 05] Disponible en: <https://fedepanela.org.co/gremio/descargas/guia-ambiental-panelera/>
8. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. Degradación del suelo [Internet] [Consultado 2020 jun 07] Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>
9. Pineda S. Producción de Panela en Colombia. CNV. 2018 Nov 20; Sec Noticias Bebidas & Alimentos [Internet] Bogotá: CVN; 2018 [Consultado 2020 jun 07] Disponible en: <https://www.cvn.com.co/la-panela-colombiana/>
10. Colombia. Secretaria Distrital de Medio Ambiente. Políticas Ambientales del DC. Bogotá [Internet] [Consultado 2020 jun 07] Disponible en: <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/politicas-ambientales>

11. EAE Business School. Proceso de Producción en que consiste y como se desarrolla. [Internet] Barcelona; 2017 [Consultado 2020 jun 07] Disponible en: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/proceso-de-produccion-en-que-consiste-y-como-se-desarrolla/#:~:text=Un%20proceso%20de%20producci%C3%B3n%20es%20el%20conjunto%20de%20actividades%20orientadas,la%20satisfacci%C3%B3n%20de%20la%20demanda.>
12. Bustos Flores C. La Producción Artesanal. Visión Gerencial [Internet] 2009; Vol 8 (1): 37-52 [consultado 2020 jun 07] Disponible en: URL <https://biblat.unam.mx/es/revista/vision-gerencial/articulo/la-produccion-artesanal>
13. ONUDI. Introducción a la Producción más Limpia [Internet] [Consultado 2020 jun 07] Disponible en: https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/1-Textbook_0.pdf
14. Díez Patier E. El concepto de estudios de subsector y la investigación sobre comercialización de productos agrarios [Internet] [Consultado 2020 jun 07] Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_ays/a009_10.pdf
15. Naciones Unidas. Informe de la comisión mundial sobre el medio ambiente y el desarrollo [Internet] [Consultado 2020 jun 07] Disponible en: http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
16. Cabrera Martínez H, Aguilar Rivera N. Medio ambiente, sustentabilidad y vulnerabilidad social. COMECSO [Internet] 2019; N° 05 Vol. de Las ciencias sociales y la agenda nacional. Reflexiones y propuestas desde las Ciencias Sociales [Consultado 2020 May 25] Disponible en: <https://www.comecso.com/ciencias-sociales-agenda-nacional/cs/article/view/648/413>
17. Aguila Rivera N. Reconversión de la cadena agroindustrial de la caña de azúcar en Veracruz México Sugarcane agro-industrial chain conversión in Veracruz México. Revista Electrónica Nova Scientia [Internet] 2014; N° 12 Vol. 6 (2). ISSN 2007 - 0705. pp: 125 – 161 - 126 [Consultado 2020 May 25] Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v6n12/v6n12a7.pdf>
18. Rodríguez G, García H, Roa Díaz S, Santocoloma P. Producción de panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina [Internet] [Consultado 2020 May 25] Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/ags/publications/AGSF_WD6s.pdf
19. Hernández E. Producción artesanal de caña panelera. Revista Digital INIA HOY [Internet] 2008; N° 1 [Consultado 2020 May 26] Disponible en: <http://www.panelamonitor.org/media/docrepro/document/files/produccion-artesanal-de-semilla-de-cana-panelera.pdf>

20. López Blanco M. Agroindustria para la producción panelera - Venezuela [Internet] [Consultado 2020 May 25] Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos97/agroindustria-produccion-panela-venezuela/agroindustria-produccion-panela-venezuela.shtml>
21. Da Silva Barbosa B, Abido Valentini CM, Gomes da Faria RAP. Manejo socioambiental da cana-de-açúcar e produção de rapadura na comunidade de Varginha, em Santo Antônio de Leverger, MT, Brasil. Interações (Campo Grande) [Internet] 2016; Vol 17 (3): 384-397 [Consultado 2020 May 27] Disponible en: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1518-70122016000300384&lang=es
22. OUZA, Keila Valente de. Análise espacial do impacto das queimadas de cana-de-açúcar na prevalência dos sintomas de asma de alunos do Município de Campos dos Goytacazes - RJ. 2015. 89 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2015. <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/14047>
23. Puentestar Silva WP. La problemática ambiental y el deterioro de los recursos naturales en el Ecuador. Una perspectiva desde la geografía [Requisito de examen complejo según la unidad de titulación especial en la carrera de Ingeniería en Ciencias Geográficas y Desarrollo Sustentable con mención en ordenamiento territorial [Internet] Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ciencias Humanas, Escuela de Ciencias Geográficas; 2015 [Consultado 2020 jun 05] Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8665/LA%20PROBLEMA%20%81TICA%20AMBIENTAL%20Y%20EL%20DETERIORO%20DE%20R.N.%20EN%20EL%20ECUADOR.%20UNA%20PERSPECTIVA%20DESDE%20LA%20GEOGRAFIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Naranjo Gaibor JG. Estudio de pre factibilidad para el establecimiento de una planta móvil para panela granulada en el cantón San Miguel, Provincia Bolívar [Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo] [Internet] Quito: Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas; 2013. [Consultado 2020 jun 05] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2035/1/T-UCE-0004-36.pdf>
25. ICDE. Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales. CORPOICA. [Internet] [Consultado 2020 jun 05] Disponible en: <http://www.icde.org.co/sectores/ambiental/corpoica>

26. Colombia. Ministerio de la Protección Social. Resolución 779 de 2006, marzo 17, 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. Bogotá. Diario oficial N° 46223 (Mar 17 de 2006) [Internet] [Consultado 2020 jun 05] Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resolucion-779-de-2006.pdf>
27. Schmidtke, Koch, Camarero T. Los sectores económicos en América Latina y su participación en los perfiles exportadores [Internet]. 1ª ed. México: FriedrichEbert-Stiftung (FES); 2018 [Internet] [consultado 2020 jun 25]. Disponible en: <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/14815.pdf>
28. FAO. La agricultura en América Latina. Cap N°1. [Internet] [Consultado 2020 jun 07] Disponible en: www.fao.org/3/w7451s/W7451S01.htm
29. FAO. Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe; La agricultura de América Latina ante desaceleración económica. [Internet] [Consultado 2020 jun 25] Disponible en: <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/510886/>
30. MR L R. García Chávez, Comercialización y Seguridad Alimentaria en relación al azúcar en América Latina y el Caribe. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo, México. [Internet] [Consultado 2020 jun 07] Disponible en: <http://www.fao.org/3/x4988e/x4988e03.htm>
31. Camacho HD. Díaz JE. Plan de mejoramiento del proceso de transformación y comercialización de la panela en el corregimiento de la Laguna de Ortices municipio de san Andrés Santander [Internet] Santander. Universidad Industrial de Santander UIS Instituto de Educación a distancia INSED Programa de Gestión Empresarial. 2017 [Consultado 2020 jun 15] Disponible en: https://www.academia.edu/33059363/PLAN_DE_MEJORAMIENTO_DEL_PROCESO_DE_TRANSFORMACION_Y_COMERCIALIZACION_DE_LA_PANELA_EN_EL_CORREGIMIENTO_DE_LA_LAGUNA_DE_ORTICES-MUNICIPIO_DE_SAN_ANDRES_SANTANDER_UNIVERSIDAD_INDUSTRIAL_DE_SANTANDER-UIS_INSTITUTO_DE_EDUCACION_A_DISTANCIA_INSED_PROGRAMA_DE_GESTION_EMPRESARIAL_CREAD_M%3%81LAGA_2007?email_work_card=title
32. Agriculturers, Red de especialistas en Agricultura; ¿Que son los grados brix? [Internet] [Consultado 2020 jun 10] Disponible en: <https://agriculturers.com/que-son-los-grados-brix/>

33. Alegría Delcid A, Ayala Chinchilla F, Trejo Dimas M, Sánchez Tinoco OL, Aguijó Membreo P, Portillo García WF et al. Monografía sobre el medio ambiente. Unitec: Laureate International Universities. [Internet] [Consultado 2020 jun 10] Disponible en:
https://www.academia.edu/26163789/Monograf%C3%ADa_Sobre_Medio_Ambiente_Con_Norma_APA_
34. Cerón Hurtado M. Principios sobre la comercialización de alimentos [Internet] [Consultado 2020 jun 10] Disponible en:
<https://www.monografias.com/trabajos101/principios-comercializacion-alimentos/principios-comercializacion-alimentos3.shtml>
35. Rodríguez Borraray G, Manual de caña de azúcar para la elaboración de panela. 2000; La panela en Colombia: un análisis de la cadena agroindustrial [Internet] [Consultado 2020 jun 10] Disponible en:
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/14579/39743_23884.pdf?sequence=1&isAllowed=y
36. Organización Panamericana de la salud [Internet] Estados Unidos de America; Iris [Consultado 2020 jun 25]
<https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo1.pdf>
37. Cerón Hurtado M. Principios sobre la comercialización de alimentos [Internet] [Consultado 2020 jun 10] Disponible en:
<https://www.monografias.com/trabajos101/principios-comercializacion-alimentos/principios-comercializacion-alimentos3.shtml>
38. Cabrerizo DM. (2016). Cultura Científica 4º ESO. Madrid, España: Editex. [Internet] [Consultado 2020 jun 25] Disponible en:
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-235X2018000100080#B7
39. Escuela Europea de Excelencia. ¿Qué son los aspectos ambientales? [Internet] Santa Lucia. Abr 23 2018 [Consultado 2020 jun 25] Disponible en:
<https://www.nueva-iso-14001.com/2018/04/que-son-los-aspectos-ambientales/>
40. CEPAL 1991 NU. Evaluación del impacto ambiental en América Latina y el Caribe. Libros de la CEPAL, N° 30 (LC/G.1664-P), Santiago (CEPAL). Publicaciones de las Naciones Unidas, N° de venta 91.II.G.8
41. Rojas J. Consultor Ambiente y Desarrollo. Siete Pasos para implementar la Producción más Limpia en su Organización CEGESTI No. 138, 2011
42. Rodríguez, J., Hleap, J., Estrada, F., Clavijo, J. & Perea, N. (2011). Gestión de residuos pecuarios de sistemas de producción más limpia [Internet] 639.8 A281a EJ.1 Palmira. Litotamara S.A. 2011 [Consultado 2020 jun 30] Disponible en:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/11644/1/9789587610123.pdf>

43. FEDEPANELA. Fonseca E. Sociedad de agricultores de Colombia. Manejo Ambiental de Trapiches. [Internet] [Consultado 2020 jun 30] Disponible en: <https://www.fedepanela.org.co/publicaciones/cartillas/manejambietrapiches.pdf>
44. Mexico. Dirección General de Normas. Determinación del grado Brix en muestras de meladura; masas cocidas; mieles "a" y "b" de refinería y miel final. Por método hidrométrico. Mexico; 1984 [Internet] [Consultado 2020 jun 30] Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-274-1984.PDF>
45. Mexico. Secretaria de Economía. NMX-F-392-SCFI-2012 Industria azucarera y alcoholera - materiales en proceso, productos terminados y subproductos-simbolismo. Mexico. D.F; 2012 [Internet] [Consultado 2020 jun 30] Disponible en: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-f-392-scfi-2012.pdf>
46. Sistema Integral de Normas y Evaluación de la conformidad. NMX-R-087-SCFI-2018. Otorgamiento y uso de la etiqueta o sello ambiental en productos-Especificaciones. Guatemala [Internet] [Consultado 2020 jul 5] Disponible en: <https://www.sinec.gob.mx/SINEC/>
47. Câmara Dos Deputados. Legislação; [Internet] [Consultado 2020 Jul 05] Disponible en: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/legislacao>
48. Colombia. Ministerio de Justicia; Sistema Único de Información normativa. LEY 40 DE 1990, Dic 4 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. Diario oficial. N° 39595. 5, Dic 1990. PÁG. 1. [Internet] [Consultado 2020 Jul 06] Disponible en: <http://www.suin-juricol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1595813#:~:text=LEY%2040%20DE%201990&text=40%20DE%201990-,por%20la%20cual%20se%20dictan%20normas%20para%20la%20protecci%C3%B3n%20y,la%20cuota%20de%20fomento%20panelero.>
49. FedePanela. Normatividad Sanitaria. Resolución 16379 de 2003. Se reglamenta el control metrológico del contenido de producto en preempacados [Internet] [Consultado 2020 Jul 1] Disponible en: <https://fedepanela.org.co/gremio/normatividad/sanitarias/#>
50. Colombia. Ministerio de la protección social. Resolución número 2546 de 2004. Por la cual se establece el reglamento técnico de emergencia a través del cual se señala los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para el consumo humano y se dictan otras disposiciones. Bogotá Ministerio; 2004 [Internet] [Consultado 2020 Jul 10] Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%202546%20DE%202004.pdf

51. Colombia. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos; RESOLUCIÓN 2008029671 de 2008. Por la cual se establece el procedimiento para la Inscripción de los Trapiches Paneleros y las Centrales de Acopio de Mieles Vírgenes procedentes de Trapiches Paneleros. Diario Oficial No. 47.150 (oct 22 de 2008)
52. Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 1993; Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Bogotá: Ministerio de Salud; 1993 [Internet] [Consultado 2020 Jul 10] Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
53. Organización Mundial de la Propiedad intelectual. Sobre la PI; ¿Qué es la propiedad intelectual? [Internet] Zuisa; chemin des Colombettes. Publicación de la OMPI N° 450(S) [Consultado 2020 Jul 1] Disponible en: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/intproperty/450/wipo_pub_450.pdf
54. Delgado, P.A. (2017). Derechos de autor en Colombia: Especial referencia a su transferencia y disposición jurídica en el ámbito universitario. [Internet] Revista CES Derecho, (8), 2, julio – diciembre de 2017, 242-265 [Consultado 2020 Jul 10]. Disponible en: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/derecho/article/viewFile/4494/2841>
55. Tartanac F. Lineamientos para el apoyo a la agroindustria rural por parte de la oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe [Internet] 2001, Chile. [Consultado 9 noviembre 2020]. Disponible en: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/desrural/agroindustria/pdf/agro.pdf
56. Osorio Cadavid G. BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS-BPA-Y BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA-BPM-DE CAÑA Y PANELA [Internet]. 2007 [consultado 9 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a1525s/a1525s00.pdf>
57. Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales. Cadena Agroindustrial de la panela [Internet]. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2019 [citado 1 diciembre 2019]. Disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Panela/Documentos/2019-12-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
58. Infoagro. El cultivo de la caña de azúcar [Internet]. Infoagro.com [consultado 9 noviembre 2020]. Disponible en: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp

59. Ramírez J, Insuasty O, Pardo M. Variedades de caña de azúcar empleadas para la agroindustria panelera de Colombia [Internet]. Colombia: Susana Nivia Gil; 2014 [consultado el 10 de noviembre de 2020]. Disponible en: 74247_65666.pdf (agrosavia.co)
60. García B, M.V.Z. Luis C. Albarracin C, Toscano A, Natalia J. Santana M. Insuasty. Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera [Internet]. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; 2007 [consultado el 10 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13454>
61. Quezada F. Guía Técnica de Agroindustria Panelera [Internet]. Ibarra-Ecuador; 2007 [consultado el 10 de noviembre de 2020]. Disponible en: Guía Técnica de Agroindustria Panelera (utn.edu.ec)
62. Cure M. and Clara, V. Comercialización de la Panela en Consumidores Millennials de Estratos Altos en el Barrio Rosales; 2018. Colegio de Estudios Superiores de Administración – CESA [Internet] [consultado el 10 de noviembre de 2020]. Disponible en: TG00875.pdf (cesa.edu.co)
63. Ordoñez M, Rueda L. Evaluación de los impactos socioambientales asociados a la producción de panela en Santander [Internet]. Colombia; 2017 Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria. 18(2):379-396 [consultado el 10 de noviembre de 2020]. Disponible en: 0122-8706-ccta-18-02-00379.pdf (scielo.org.co)
64. Trapiche Gualanday. ESTUDIO DEL MERCADO DE LA PANELA EN COLOMBIA Y EL MUNDO. [Internet] p.6 [Consultado el 17 noviembre de 2020]. Disponible en: http://www.trapichepanelerogualanday.com/ESTUDIO_DEL_MERCADO_DE_LA_PANELA_EN_COLOMBIA_Y_EN_EL_MUNDO.pdf
65. Rudas G. Contaminación alimentaria: el caso de la panela [Internet] [Consultado 2020 Dic 17]. Disponible en: Co_So_Mayo_1991_Rudas.pdf (fedesarrollo.org.co)
66. Moreno Rojas S, Zambrano Rodríguez H, Varela Beltrán J, Cantor Wilches L, González Cuellar M, Franco M et al. Prevención de las enfermedades cardiovasculares Calidad e inocuidad fisicoquímica de la panela en Bogotá, 2006. BED [Internet] 2007; 12 [Consultado 2020 Dic 17] Disponible en: <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Biblioteca%20de%20Anuarios/ENFERMEDADES%20CARDIVASCULARES%20Y%20PANELA.pdf>
67. Oliveira J, Nascimento R, Fagundes W, Demonstração dos custos da cadeia produtiva da rapadura: Estudo realizado no Vale do São Francisco [Internet] [consultado 2020 Dic 17] Disponible en: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Cadeia_produtiva_rapadura_00fjd72njv02wyiv809gkz51cga46rg.pdf

68. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [Internet] Perú: Copyright; c2015 [Consultado 2020 Dic 17] Disponible en: <https://www.minagri.gob.pe/portal/38-sector-agrario/pecuaria/308-las-cadenas-productivas?start=2>
69. Herrera D, Núñez M. Cadenas agroproductivas: marco orientador para la toma de decisiones sobre su financiamiento [Internet] [Consultado 2020 Dic 17]. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B3380e/B3380e.pdf>
70. Delegatura de Protección de la Competencia. Cadena productiva de la panela en Colombia: diagnóstico de libre competencia (2010-2012) [Internet] [Consultado 2020 Dic 17]. Disponible en: https://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Panela2012.pdf
71. Encolombia. CORPOICA validará variedades de caña de azúcar para producción de panela [Internet] Colombia; 1998 [Consultado 2020 Dic 17]. Disponible en: <https://encolombia.com/economia/noticias-agroindustria/corpoica-validara-variedades/>
72. Castellanos O, Torres L, Flórez D, Agenda Prospectiva de investigación y desarrollo para la cadena productiva de la panela y su agroindustria en Colombia [Internet] Giro Editores. Bogotá, Ministerios de agricultura y desarrollo rural, 2010 [Consultado 2020 Dic 17]. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12695/81353_59328.pdf?sequence=1&isAllowed=y
73. Mojica Pimiento A, Paredes Vega J. El cultivo de la caña panelera y la agroindustria panelera en el departamento de Santander https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/2004_diciembre.pdf
74. Delgado L, Nogueira G, Abido C, pelegrine R. Aspectos culturais e ambientais no processo de produção de rapadura na comunidade de Bonsucesso em Várzea Grande-mt [Internet] Brasil; Biodiversidade - V.15, N2. 2016 [Consultado 2020 Dic 17]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/229915486.pdf>
75. Flórez Martínez D. Agenda prospectiva de investigación de la cadena productiva de la panela y su agroindustria [Internet] [Consultado 2020 Dic 17]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v17n36/v17n36a07.pdf>
76. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. Monografía del piloncillo [Internet] [Consultado 2020 Dic 17]. Disponible en: <file:///C:/Users/Diana/Downloads/411.pdf>
77. SAGARPA, CONADESUCA. Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) [Internet] [Consultado 2020 Dic 17]. Disponible en: Ficha Técnica del Cultivo de la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) (www.gob.mx)

78. Cabrera Martínez H, Aguilar Rivera N. Sustentabilidad socioeconómica y ambiental de la producción de piloncillo en la región centro de Veracruz [Internet] [Consultado 2020 Dic 20]. Disponible en: <https://www.comecso.com/ciencias-sociales-agenda-nacional/cs/article/view/648/414>
79. Secretaría técnica. Fedepanela. Bases para un acuerdo de desarrollo de la cadena agroindustrial de la panela [Internet] [Consultado 2020 Dic 20]. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B0126E/B0126E.PDF>
80. López Sánchez N, Moreno Duarte F, Castro Moreno L, Zarate Granda M. Evaluación de los aspectos ambientales en la cadena de suministro de la panela en el sector de la hoya del río Suárez, en Colombia. rches.utem [Internet] 2019;13 [Consultado 2020 Dic 20] Disponible en: <https://rches.utem.cl/articulos/evaluacion-de-los-aspectos-ambientales-en-la-cadena-de-suministro-de-la-panela-en-el-sector-de-la-hoya-del-rio-suarez-en-colombia/>
81. Cárdenas Bocanegra H. Riesgos ambientales y sociales en la producción de panela, Pilotos de innovación financiera 2019 [Internet] [Consultado 2020 Dic 21] Disponible en: <https://www.asobancaria.com/documentos/biblioteca-de-innovacion-financiera/Riesgos%20Ambientales%20y%20Sociales%20Sector%20Panela.pdf>
82. Ordoñez Díaz M, Rueda Quiñónez L. Evaluación de los impactos socioambientales asociados a la producción de panela en Santander. Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, Mosquera [Internet] 2017; 18: 379 – 396 [Consultado 2020 Dic 21] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v18n2/0122-8706-ccta-18-02-00379.pdf>
83. Celis Paola A, Calderón Rueda A, Cristancho Ruedas L, Cruz Vásquez M. Manejo ambiental trapiche COOLDFOOD SAS [Internet] Santander: Universidad Libre del Socorro; 2017 [Consultado 2020 Dic 21] Disponible en: https://www.academia.edu/33316814/Manejo_Ambiental_Trapiche_Panelero
84. Orjuela J, Chavarrio I. Caracterización de la Cadena de Abastecimiento de Panela para la Provincia de Bajo Magdalena – Cundinamarca. Ingeniería [Internet] 2011; 16 No. 2, 107-124 [Consultado 2020 Dic 21] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=16321>
85. CORPOICA, García Reynel H, Bohórquez J. Oportunidades de Producción más Limpia- Guía para Empresarios [Internet] [Consultado 2020 Dic 21] Disponible en: <http://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/36901/02835.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
86. Suarez Guevara I. Estrategias para la producción más limpia en el sector de cacao y caña panelera en el Valle del Cauca Bajo, el marco del plan nacional de negocios verdes en Colombia [Internet] Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente; 2019 [Consultado 2020 Dic 21] Disponible en: <http://red.uao.edu.co/bitstream/10614/11611/5/T08904.pdf>

87. CRUZ PONS A, Cruz Zabala J, Peña Guerrero A, Salgado Garcia S, Espinoza Lagunes LC, Reyes Gavi F, Metales pesados en suelos cultivados con caña de azúcar en la Chontalpa Tabasco. Universidad y ciencia [Internet] 2012; 28: 119-130 [Consultado 2020 Dic 22] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792012000200002
88. Ministerio de Ambiente, Colombia. Política Nacional de Producción más limpia [Internet] [Consultado 2020 Dic 22] Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/PoliticasyPolit_produccion_mas_limpiar.pdf
89. Ministerio de Ambiente, Colombia. Plan Nacional de Negocios Verdes [Internet] [Consultado 2020 Dic 22] Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/NegociosVerdesysostenible/pdf/plan_de_negocios_verdes/Plan_Nacional_de_Negocios_Verdes.pdf
90. Cenicaña [Internet] Cali- Colombia: cenicaña c2019 [Consultado 2020 Dic 22] Disponible en: <https://www.cenicana.org/publicaciones-de-cenicana/>
91. ICA. Mis Buenas Prácticas Agrícolas, Guía para empresarios [Internet] [Consultado 2020 Dic 22] Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/inocuidad-agricola/capacitacion/cartillabpa.aspx>
92. Rinco L. Nuevas técnicas para mejorar la industria panelera. ICA [Internet] 1998; 22 [Consultado 2020 Dic 22] Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/892/27145_15182.pdf?sequence=1&isAllowed=y
93. AGROSAVIA [Internet] Bogotá- Colombia: Infotegra; 2009 [Consultado 2020 Dic 22] Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/14658>
94. AGROSAVIA, Tabares Cuartas M, Gómez Soto J. Tecnología para el beneficio de la caña panelera en la Meseta de Popayán – Cauca [Internet] [Consultado 2020 Dic 22] Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2111/42200_45947.pdf?sequence=1&isAllowed=y
95. NACIONES UNIDAS [Internet] Naciones Unidas [Consultado 2020 Dic 23] Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

96. México. Congreso general de los Estados Unidos Mexicanos. Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar con objeto de normar las actividades asociadas a la agricultura de contrato y a la integración sustentable de la caña de azúcar, de los procesos de la siembra, el cultivo, la cosecha, la industrialización y la comercialización de la caña de azúcar, sus productos, subproductos, coproductos y derivados. Diario Oficial de la Federación (Agos. 22 2005) Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LDSCA.pdf>
97. Secretaria de Agricultura y Gobierno Rural [Internet] Santa Cruz - México: Sagarpa; [Consultado 2020 Dic 23] Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256427/B_sico-Ca_a_de_az_car.pdf
98. Landeros Sánchez C, Moreno Seceña J, Castañeda Chávez M, Lango Reynoso F, Hernández Pérez J, Hernández Lara O et al. Manejo del Nitrógeno en la Caña de Azúcar de la Zona Centro de Veracruz, México. Rev. iberoam. bioecon. cambio clim [Internet] 2016; 2: 43 - 52 [Consultado 2020 Dic 23] Disponible en: http://www.colpos.mx/wb_pdf/Veracruz/2016/2016_%2010.pdf
99. Colegio de Postgraduados [Internet] Estado de México: sin Editorial; sin año de creación del sitio [Consultado 2020 Dic mes 23] Disponible en: <http://www.colpos.mx/wb/index.php/campus-montecillo>
100. BSM; BETA SAN MIGUEL [Internet] Colonia Juárez - México: BSM; c2015 [Consultado 2020 Dic 23] Disponible en: http://www.bsm.com.mx/archivos/caez/cop_2019.pdf
101. Hernández Rosas F, Formulario de control biológico para la caña de azúcar: BIO-CNPR [Internet] [Consultado 2020 Dic 23] Disponible en: <http://www.colpos.mx/wb/index.php/notas-informativas/formulado-de-control-biologico-para-cana-de-azucar-bio-cnpr>
102. Unión Nacional de Cañeros A.C [Internet] Juárez - México: 2016 [Consultado 2020 Dic 26] Disponible en: <http://caneros.org.mx/constitucion-del-cidca-a-c/#cuarentenaria>
103. Valdés Balero A. Variedad de la caña de azúcar generada en el campus Tabasco [Internet] [Consultado 2020 Dic 26] Disponible en: <http://www.colpos.mx/wb/index.php/notas-informativas/variedad-de-cana-de-azucar-generada-en-el-campus-tabasco>
104. Ramos Morales V, Mirón Osorio A, Rodríguez Campos J. Innovación del trapiche panelero: la producción de panela Granulada. AP [Internet] 2021; 14 [Consultado 2020 Dic 26] Disponible en: <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/704/1/67-Innovaciones%20trapiche.pdf>

105. BSM; BETA SAN MIGUEL [Internet] Colonia Juárez - México: BSM; c2015 [Consultado 2020 Dic 26] Disponible en: http://www.bsm.com.mx/resp_ambiental.html
106. Nudes Silva J, Nudes Silva MR. Noções da cultura da cana-de-açúcar [Internet] Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: 2012: 105 [Consultado 2020 Dic 26] Disponible en: http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_prd_industr/tec_acucar_alcool/161012_nocoos_cult_cacucar.pdf
107. GRAIN [Internet] Barcelona – España: GRAIN; 1990 [Consultado 2020 Dic 26] Disponible en: <https://www.grain.org/es/article/entries/1218-brasil-y-los-nuevos-emporios-azucareros>
108. Centro de tecnologia canavieira. Guia para gestao responsável de variedade de cana genéticamente modificada [Internet] [Consultado 2020 Dic 26] Disponible en: https://ctc.com.br/produtos/wp-content/uploads/2018/04/GUIA-PARA-GEST%C3%83O-RESPONS%C3%81VEL-DE-VARIEDADE-DE-CANA-GENETICAMENTE-MODIFICADA_.pdf
109. RIDESA [Internet] Sao Paulo – Brasil: RB [Consultado 2020 Dic 26] Disponible en: <https://www.ridesa.com.br/>
110. Centro de tecnologia canavieira. Melhoramento genético [Internet] [Consultado 2020 Dic 26] Disponible en: <https://ctc.com.br/melhoramento-genetico/>
111. Pinto Coutinho E. Perspectivas mercadológicas da rapadura frente à modernização de seu sistema produtivo: XXIII Encontro Nacional de Eng. De Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003 [Internet] [consultado 2020 Dic 26] Disponible en: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ENEGEP2003_TR0111_0120_rapadura_000fjd77bxv02wyiv809gkz51gi5ugat.pdf
112. Ferreira Reis L, Alves F. O NOVO MODELO DE MODERNIZAÇÃO DO CAI CANAVIEIRO PAULISTA: A VELHA COMBINAÇÃO ENTRE O ARCAICO E O MODERNO [Internet] [Consultado 2020 Dic 26] Disponible en: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/abet/article/view/24862/13622>
113. Deotti Rodrigues L. A CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATÉRIA-PRIMA PARA A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS: IMPACTOS AMBIENTAIS E O ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO COMO FERRAMENTA PARA MITIGAÇÃO [Internet] Juiz de Fora – Brasil: UFJF; 2010 [Consultado 2020 Dic 26] Disponible en: <https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/monografia.-1.pdf>
114. Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 2674 de 2013 por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012 sobre requisitos sanitarios en alimentos. Bogotá: El Ministerio; 2013.

115. Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. 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. Diario Oficial, 46223. (marzo 17 de 2006).

116. Cenicaña, Breve reseña histórica de la agroindustria de la caña de azúcar en el país. La caña en Colombia y en el valle del río Cauca [Internet] [consultado 2021 junio 10] Disponible en: <https://www.cenicana.org/fechas-historicas-de-la-agroindustria-de-la-cana-en-colombia/>

117. Hernandez H, Hernandez F. La caña de azúcar en su contexto histórico [Internet] [consultado 2021 junio 10] Disponible en: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1333/cana-azucar.html>

Anexos

Anexo 1. Matriz bibliométrica.

MATRIZ BIBLIOMÉTRICA										
TÍTULO	TEMA	PALABRAS CLAVES	AÑO	AUTORES	PÍS/CIUDAD	TIPO DE TRABAJO	IDEA CENTRAL	CONCLUSIONES	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	LINK

Anexo 2. Matriz bibliométrica para objetivos.

Objetivo 1. Describir el proceso productivo de la panela y sus diferentes características.				
Variables	Actividades en el campo:	Fuente	Pos - cosecha:	Fuente
	Adecuación del terreno		Apronte	
	Siembra		Extracción	
	Cultivo		Limpieza	
	Cosecha		Evaporación y concentración	
			Punteo	
			Batido	
			Moldeo	
			Empaque y almacenamiento	
		Cantidad de producción		

Objetivo 2. Analizar las prácticas y aspectos ambientales implementados en la cadena productiva de la panela en Colombia, Brasil y México.											
País											
Variables	Proceso productivo	Utilización de los recursos naturales									
		Agua	Link	Suelo	Link	Aire	Link	Flora	Link	Fauna	

Objetivo 3. Analizar cuáles actividades en la agroindustria panelera están encaminadas a la implementación de una producción más limpia.

	País							
	Principios de la producción más limpia							
	Entrada	Link	Proceso	Link	Salida	Link	Otros	Link
Variables	Materiales (ruido, espacios, energía, energía, fauna, flora, materiales de producción)		Sistemas de producción		Impactos ambientales (ruido, contaminación atmosférica)		Guías, planes y controles ambientales	
			Distribución				Proyectos y programas	
			Usos y vertimientos				Tecnología e innovación	
			Alternativas de reutilización				Buenas prácticas de manufactura	
							Mantenimiento de maquinaria y equipos	

Anexo 3. Presupuesto.

PRESUPUESTO										
RUBROS	JUSTIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN		UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNIDAD	COSTO TOTAL	FUENTE DE FINANCIACION		
		REC. FRESCO	REC. ESPECIE					UNIVERSIDAD DE	INVESTIGADOR	GRUPO DE INVESTIGACION
MATERIAL										
Papelaria	Papel para impresión del trabajo y borrador		\$ 15.000	Unidad-resma	1	\$ 15.000	\$ 15.000		\$ 15.000	
Cartuchos	Para impresión del trabajo		\$ 90.000	Unidad- cart	2	\$ 34.500	\$ 90.000		\$ 90.000	
EQUIPOS										
Computador portatil	Para redaccion, asesorias, busqueda bibliografica		\$ 6.000.000	Unidad- compu	3	\$ 2.000.000	\$ 6.000.000		\$ 6.000.000	
Impresora	Impresión trabajo final		\$ 300.000	Unidad- impres	1	\$ 300.000	\$ 300.000		\$ 300.000	
Celular	Para asesorias, comunicacion		\$ 1.200.000	Unidad-cel	3	\$ 400.000	\$ 1.200.000		\$ 1.200.000	
USB	Guardar informacion		\$ 120.000	Unidad-USB	3	\$ 40.000	\$ 120.000		\$ 120.000	
SERVICIO TÉCNICO										
Mantenimiento equipo	Limpieza, antivirus, redes	\$ 500.000		Evento	3	\$ 166.666	\$ 500.000		\$ 500.000	
Actualización de programas	Para formatos, redaccion	\$ 285.000		Evento	3	\$ 95.000	\$ 285.000	\$ 285.000		
Conexión a internet	Para busqueda de informacion		\$ 1.200.000	Mes	4	\$ 100.000	\$ 1.200.000		\$ 1.200.000	
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO										
Suscripción a bases de datos	Busqueda bibliografica	\$ 120.000		Mes	4	\$ 30.000	\$ 120.000	\$ 120.000		
Compra de libros en línea	Busqueda bibliografica	\$ 120.000		Unidad-libro	3	\$ 40.000	\$ 120.000		\$ 120.000	
TOTAL GENERAL		\$ 1.025.000	\$ 8.925.000						\$ 9.950.000	

PRESUPUESTO GLOBAL			
RUBROS	FUENTE		TOTAL
	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	INVESTIGADOR	
MATERIAL		\$ 105.000	\$ 105.000
EQUIPOS		\$ 7.620.000	\$ 7.620.000
SERVICIO TÉCNICO	\$ 285.000	\$ 1.700.000	\$ 1.985.000
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 240.000
TOTAL	\$ 405.000	\$ 9.545.000	\$ 9.950.000
PRORCENTAJE	5%	95%	100%