

Incidencia de las tecnologías usadas en los procesos de producción de panela sobre los costos de producción y su afectación en los precios en el mercado colombiano.

Camilo Andrés Jiménez Tibavija

Erika Fernanda Trujillo Riaño

Trabajo de grado como requisito para optar al título de: ingeniero de alimentos

Nombre del director:

Yuneidys Mariet Oñate Perpiñán

Ingeniera de alimentos e Ingeniera Agroindustrial

Especialista en Calidad de productos y Servicios

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BASICAS TECNOLOGIA E INGENIERIA

Programa: Ingeniería de Alimentos

CEAD José Acevedo y Gómez

2021

DEDICATORIA

Este trabajo de grado es dedicado a nuestras madres Ana Patricia Riaño y Lucía Tibavija Soto, porqué nos han brindado su apoyo incondicional en cada etapa de nuestros caminos, por haber hecho los sacrificios necesarios a lo largo de sus vidas con el firme objetivo de vernos alcanzar los logros que hemos alcanzado, de igual forma a todos los docentes y personas que han hecho parte de este proceso y que con sus acciones fueron de gran apoyo para alcanzar este logro.

Tabla de Contenido

Contenido

Lista de tablas	5
Lista de gráficas	6
Lista de figuras	7
Resumen	8
Introducción.....	9
Delimitación de la Monografía	11
Planteamiento del problema.....	11
Justificación.....	12
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
Estado del Arte.....	16
Marco teórico.....	18
Antecedentes	18
Proceso tradicional.....	24
Tecnificación de la producción panelera en la región de la hoya del río Suarez.....	27
Zonas productoras en Colombia.....	43
Región de la hoya del río Suarez	48

Tecnologías de procesamiento.....	50
Proceso tradicional.....	50
Proceso de molienda ajustada	52
Proceso de molienda mejorada.....	53
Cadena productiva de la panela	56
Afectación de la tecnología en los costos de producción	64
Conclusiones	68
Recomendaciones.....	69

Lista de tablas

Tabla 1 Producción mundial en miles de toneladas.....	22
Tabla 2 Calificación del proceso y de las instalaciones físicas para la producción de panela	30
Tabla 3 Impactos de los procesos de producción de panela	33
Tabla 4 Variedades para producción de panela y/o miel para las diferentes regiones agroecológicas	39
Tabla 5 Cadena/ Agroindustria Panelera en Colombia 2015-2016.....	43
Tabla 6 formas principales de organización de la producción panelera en la hoya del río Suarez.....	49
Tabla 7 Niveles tecnológicos de los trapiches en la hoya del río Suarez.....	64
Tabla 8 Impacto económico de la tecnología panelera al nivel de unidades finca trapiche en la hoya del río Suarez.....	66

Lista de gráficas

Grafica 1 Producción de Caña de Azúcar 2000-2019	20
Grafica 2 Comparativa de productos a partir de caña de azúcar en Colombia entre el año 2000 y 2019	21
Grafica 3. Producción Mundial de Panela	23
Grafica 4 Producción de panela en Colombia, durante el año 2018	45
Grafica 5 Producción de panela en Colombia, durante el año 2019	46
Grafica 6 Rendimiento por hectárea sembrada con caña de azúcar, durante el periodo 2016-2019	47

Lista de figuras

Figura 1. Zonas productoras de panela.....	19
Figura 2: Diagrama de flujo elaboración panela.....	26
Figura 3: Cadena productiva de la panela.....	57

Resumen

Los costos de la panela fluctúan semanalmente, dependiendo de factores como la producción agrícola de caña de azúcar, y la imposición de precios por parte de los acopiadores o intermediarios, en esta monografía se identificaron las regiones de producción de panela más significativas, y se centró el análisis en los municipios productores de panela en los departamentos de Boyacá y Santander particularmente los municipios de la región de la hoya del río Suarez, esta zona se caracteriza por ser la que más producción de panela presenta en Colombia, para esta región se establecieron las tecnologías usadas en los procesos de producción y se observó mediante la bibliografía consultada que los productores de la región mantienen procesos tradicionales artesanales, estos no incorporan nuevas tecnologías de procesamiento, como las modificaciones en las hornillas y pailas, estas mejoras son el resultado de las investigaciones en las que participaron algunas de las empresas de la región, y universidades como la universidad Nacional de Colombia y la universidad Industrial de Santander, entidades como el CIMPA y FEDEPANELA, por otro lado dentro del 5% restante de productores se encontró en los documentos consultados: que estos en su mayoría se caracterizan por haber incrementado su capacidad de producción incorporando mejoras en los procesos, derivadas de las investigaciones antes mencionadas. Contando con los niveles de producción y las formas de producción empleadas en la zona, se describió la cadena productiva de la panela, basado en los datos obtenidos, se realizaron algunas recomendaciones a la asociación de productores para que estos no hagan uso de los canales tradicionales de comercialización dejando de lado a los intermediarios para la compra de la producción.

Palabras Clave: Panela, hornillas, caldera, producción de panela, costos de producción

Introducción

Colombia para el 2016 producía 1,3 millón de toneladas de panela al año, lo que ubica al país como el segundo productor mundial de panela superado únicamente por la India (Ordoñez & Rueda, 2017). Tanto la panela como la caña de azúcar aportan considerablemente al PIB nacional, el cultivo de caña de azúcar en Colombia es uno de los más representativos contando con 180.000 ha cultivadas con un rendimiento promedio de 12 toneladas de caña por hectárea anualmente, de la producción total de caña de azúcar el 50% se destina para la producción de panela (Mendieta, Nieves, Valero, Chaves, & García, 2011).

En Colombia la producción de panela esta segmentada en cuatro grupos, los productores de gran escala que se caracterizan por tener una capacidad de producción igual a superior a 300 kg/h, estos productores se ubican principalmente en el Valle y en Risaralda; y cuentan con extensiones de caña de azúcar superiores a las 50 ha; los productores de mediana escala, ubicados en Nariño, Antioquia y lo que se denomina la hoya del río Suarez entre el departamento de Boyacá y Santander, las extensiones de cultivo de caña van de 20 a 50 ha y tiene una capacidad de procesar entre 100 y 300 kg/h, los pequeños productores que tiene capacidades de producción de entre 100 y 150 kg/h con cultivos entre 10 y 20 ha, se ubican en la región de Cundinamarca, Huila, Tolima y Norte de Santander, por último están los productores con minifundio que poseen cultivos que no superan las 5 ha y tiene una capacidad de producción menor a los 50 kg/h, este tipo de productores se encuentran en sectores deprimidos de los departamentos de: Cauca, Nariño, Caldas y Risaralda (Rocero, 2011).

Esta investigación está orientada principalmente, a la búsqueda y recopilación bibliográfica disponible sobre los sistemas de producción de panela en el país, con el fin de establecer si la disparidad tecnológica presente en el procesamiento de caña de azúcar con fines de obtención de panela, incide en los costos de producción, y estos a su vez en el producto terminado viéndose reflejado en los precios del mercado.

El proyecto de investigación se desarrollará en las siguientes etapas: en la etapa inicial, se busca la delimitación de la investigación, la formulación del problema que se pretende resolver, de igual forma se expondrán los antecedentes de la producción de panela en Colombia, las tecnologías usadas tradicionalmente y las nuevas tecnologías introducidas al proceso.

En la segunda etapa se abordará el estado del arte, describiendo los avances tecnológicos en torno a la producción de panela, también en esta etapa se presentará el marco teórico con el fin de dar a conocer conceptos básicos en cuanto al cultivo de la caña de azúcar, cifras de producción rendimientos por hectárea, seguido de conceptos de procesamiento de caña para obtener panela, incluyendo modelos tradicionales y nuevos procesos incorporados gracias a las mejoras tecnológicas.

En la tercera etapa se describirá por medio de tres capítulos: las zonas productoras en Colombia, las tecnologías usadas tradicionalmente y las nuevas tecnologías y en el tercer y último capítulo, se realizará una comparación en cuanto a los costos de producción dependiendo de las tecnologías usadas, de este modo tener los elementos para lograr responder la pregunta de investigación.

Por último, se presentarán las conclusiones de la investigación y las recomendaciones basadas en el recopilación y análisis de la información consultada.

Delimitación de la Monografía

Planteamiento del problema

En Colombia para el 2009 estaban registrados alrededor de diecisiete mil trapiches paneleros, el 57 % de estos se concentraban en Cundinamarca, Boyacá, Santander, Antioquia y Cauca, para este periodo los establecimientos inscritos ante el INVIMA reportaron una producción de 61.895 toneladas de panela, los departamentos de mayor producción eran: Santander, Antioquia, Cundinamarca y Boyacá. De estos 17.000 trapiches paneleros 15.642 tenían una capacidad de producción de no más de 100 kg/h, (Fedepanela, 2009). De este modo los costos de producción de la panela se elevan teniendo en cuenta la baja capacidad instalada de los trapiches, esta baja producción está relacionada directamente con la ineficiencia de la hornilla, dado que este elemento cuando es construido de manera tradicional genera pérdidas energéticas de alrededor del 40% de igual forma depende de la humedad del bagazo que se usa como combustible para elevar la temperatura y lograr el proceso de concentración de las mieles extraídas de la caña de azúcar (Flórez, 2013), por otro lado, la eficiencia del molino también juega un papel fundamental en los rendimientos del cultivo de caña ya que el proceso de extracción es determinante tanto para los posteriores procesos térmicos como para el rendimiento del cultivo, actualmente se considera aceptable lograr una extracción de entre el 50% y el 70% (Guerrero & Escobar, 2015), por otro lado, un factor determinante en los costos de producción son los costos asociados al empaque y rotulado individual de la panela reglamentados mediante la resolución 779 de 2006 (INVIMA, 2006).

De este modo, aunque Colombia presenta el consumo per cápita más alto de panela en el mundo alrededor de 38 kg por habitante (Vera, 2016), la mayoría de productores del país no tiene la capacidad económica para modernizar sus sistemas productivos, mejorando los equipos para la generación de energía o de extracción (Fedepanela, 2009).

Teniendo en cuenta los antecedentes se busca establecer mediante el estudio de investigaciones relacionadas con la eficiencia energética de los procesos, las modificaciones tecnológicas a los procesos tradicionales de producción de panela y la aplicación de las normas legales, la eficiencia en los procesos de extracción y concentración para determinar la relación con la disparidad en los costos de la producción de la panela dependiendo de sitio de producción, si se tiene en cuenta que, por ejemplo: en la hoya del río Suarez el costo de producción por kg de panela es 20% menor que en Cundinamarca. Partiendo de los antecedentes mencionados anteriormente y de la información recopilada de las investigaciones disponibles sobre el tema se buscará establecer teóricamente las condiciones óptimas para maximizar los rendimientos del cultivo de caña y reducir los costos de producción al mínimo posible, con el fin de lograr disminuir la disparidad de los precios de la panela en función de los costos asociados a su producción.

A partir de lo expuesto surgen las siguientes preguntas de investigación: ¿Cómo se ven afectados los costos de producción con el uso de tecnologías, la aplicación de las normas, y el tipo de caña de azúcar empleada en los procesos de producción de la panela?, y ¿Cómo estos costos de producción inciden en la disparidad de los precios de mercado?

Justificación

En Colombia la actividad panelera es la segunda actividad agroindustrial más importante después del café, esta actividad según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, (2015) genera alrededor de 350.000 empleos directos y más de un millón de empleos indirectos. Por otro lado, Colombia es el segundo productor mundial de panela después de la India aportando a la producción mundial aproximadamente el 12% (Ubaque, 2013).

Colombia posee el mayor consumo per cápita ubicándose en los 38,6 kg por habitante de igual forma en el país se transforman aproximadamente 108 millones de toneladas de caña de azúcar, la mayor parte de esta caña es procesada en trapiches con baja tecnificación (Guerrero & Escobar, 2015).

Según INVIMA (2020), En Colombia hay actualmente 1.882 trapiches registrados, estas unidades procesadoras de caña de azúcar se caracterizan por ser unidades con tecnologías tradicionales lo que se traduce en una disminución de los rendimientos. La caña de azúcar es procesada en trapiches con baja tecnificación (Guerrero & Escobar, 2015).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, la panela es un producto de vital importancia para Colombia en la medida que genera un gran impacto socioeconómico, siendo el segundo productor mundial entre 30 países que producen este tipo de alimento, Colombia según la FAO aporta el 9% de la panela producida a nivel mundial, esto se traduce en una fuente de desarrollo rural y generación de empleo debido al crecimiento de la cadena productiva, viendo la otra cara de la moneda Colombia es el primer consumidor de panela por año superando en aproximadamente en un 50% a países que se pueden considerar como consumidores importantes (Mosquera, Carrera, & Villada, 2007).

Si bien Colombia es un actor importante en cuanto a producción y consumo de panela, la realidad económica del sector panelero no es la más alentadora, los costos de producción son muy dispares en las diferentes regiones donde se produce este alimento, factores como la variedad de caña usada, los procesos de molienda y evaporación, el uso o no de mejoras tecnológicas en los procesos de transferencia de calor, hacen que los costos de producción presenten diferencias de hasta un 20% de una región a otra, este tipo de variaciones, hacen que el mercado presente variaciones desfavorables para algunos de los productores de panela (Parra, 2016).

Es importante establecer teóricamente, las variedades de caña de azúcar y los procesos tecnológicos, que favorezcan la maximización de los beneficios en la producción de panela y lograr con esto una paridad en los costos de mercado, de tal forma que ninguno de los productores presente pérdidas, se debe tener en cuenta que para lograr este propósito los

productores deben de estar abiertos a la posibilidad de realizar modificaciones, desde los cultivos hasta los trapiches, generando cambios en las variedades de caña, como en los procesos de transferencia de calor en la hornilla, para este fin se debe evaluar la humedad óptima que debe presentar el bagazo así como la distribución de los procesos en el trapiche.

A partir de la revisión bibliográfica realizada en esta monografía, se determinarán las mejores tecnologías existentes en la actualidad derivadas de las más recientes investigación orientadas a la producción de panela, que buscan mejorar la eficiencia y la eficacia del proceso logrando una reducción de tiempos y de insumos, haciendo procesos amigables con el medio ambiente, en la medida que se aprovechen subproductos como el bagazo; se busca exponer investigaciones que como resultado han logrado un mejor aprovechamiento de la energía térmica, minimizando las pérdidas de calor durante el proceso y de esta forma generar menos emisiones de gases contaminantes de efecto invernadero. Todo lo anterior con el fin de aportar a los pequeños productores datos que evidencien las ventajas de incluir en sus procesos productivos las mejoras tecnológicas desarrolladas alrededor de la producción de panela.

Objetivos

Objetivo General

Establecer las incidencias de las tecnologías usadas en los procesos de producción de panela, sobre los costos de producción y su afectación en los precios del mercado colombiano.

Objetivos Específicos

Determinar las tecnologías empleadas en el proceso de producción de panela en Colombia.

Comparar las nuevas tecnologías empleadas en la producción de panela frente al proceso tradicional, con el fin de identificar la eficiencia de los mismos.

Evaluar a partir de otros estudios, la varianza de costos en la producción de panela, de acuerdo a las tecnologías de procesamiento.

Estado del Arte

En Colombia en el departamento de Santander para el año 2016, se realizó una caracterización de las unidades de producción de panela o trapiches; en esta caracterización se pudo evidenciar detalladamente la disparidad en las unidades de producción, estas se clasificaron según su capacidad instalada y su nivel de tecnificación encontrando que: para una muestra de 43 trapiches estos se clasificaron en 4 tipos según sus características, el tipo I o sistema de trapiche marginal, se caracteriza por: tener carencias tecnológicas, estructurales y organizacionales, este tipo de trapiches cuentan con instalaciones rústicas, y el proceso de producción es tradicional al igual que el molino y la hornilla, la mano de obra normalmente familiar es escasa, con frecuencias de molienda muy reducidas que en la mayoría de los casos no alcanza a ser mensual, debido a la baja oferta de caña, que proviene de la misma finca como de las fincas vecinas, de este modo, por las limitaciones antes descritas, la capacidad instalada de este tipo de trapiches solo es aprovechada en un 13,5 %, este tipo de unidades de producción cuentan con siembras de alrededor de 5 toneladas, y la operación depende de la cantidad de mano de obra contratada al igual que del número de mulas contratadas. Tipo II o trapiche marginal este tipo de trapiches tienen mejoras con respecto a los trapiches de tipo I, las mejoras o diferencias se presentan principalmente en: la cantidad de hectáreas de caña propia disponible, que es alrededor de 48 hectáreas, este tipo de trapiches utilizan las tecnologías tradicionales de procesamiento, pero a diferencia de los anteriores estos muelen por lo menos una vez al mes, cuentan con animales propios, y la mano de obra habita en la misma finca por lo que su disponibilidad es constante, este tipo de trapiches contrata mano de obra y representan el 26% de la muestra. Tipo III o sistemas de trapiche mejorados, estos representan el 7% de la muestra, estos trapiches se caracterizan por presentar mejoras tecnológicas, tanto en el molino como en la hornilla, cuentan con mejores recursos físicos que

los de tipo II, son propiedad de productores experimentados y presentan una baja habitabilidad en los predios del trapiche en estos se procesa tanta caña propia como caña de otros productores, el transporte está a cargo de mulas alquiladas o fletadas. Tipo IV o sistemas de trapiche avanzado, se caracterizan por estar compuestos por una única unidad productiva, están dotados de modernos recursos físicos y tecnológicos, cuentan con administración, organización y desempeño productivo, se utiliza el 100% de la capacidad instalada, el 25% de la caña procesada es propia y se consume caña de proveedores externos, estas unidades de producción usan intensivamente mano de obra y representan el 2% de la muestra (Ramírez & Arenas, 2016), se puede observar que la región centrando la vista en los países productores de panela el nivel de tecnificación del proceso es bastante escaso, la mayoría de productores, no emplean mejoras tecnológicas en los procesos de producción, la organización administrativa de los trapiches es deficientes y en general muy pocos cumplen con la reglamentación sanitaria descrita en la resolución 779 de 2006 expedida por el ministerio de la protección social; mediante la cual se establecen los requisitos sanitarios que deben cumplir los trapiches y centrales de acopio de mieles procedentes de trapiches que estén ligados a la producción de panela. (INVIMA, 2006). Esta es una de las razones por las que se sub utiliza la capacidad instalada de los trapiches, generando lucros cesantes, en la medida que no se cuenta con la caña suficiente para tener el proceso activo por lo menos una vez a la semana. Como sustento de lo anterior, Gil & Espinosa (2019), evaluaron la eficiencia de un molino tradicional en un trapiche durante la producción de panela presentando un modelo de potencia en función de la carga y con este modelo evaluar la potencia consumida por el molino de martillos, se concluyó en dicha investigación: que la eficiencia de corte es directamente proporcional al caudal masico con el que arroja el material a triturar, y que entre mayor sea el caudal masico, el voltaje tiende a bajar por ende el coseno del ángulo de desfase tiende a aumentar, afirmando que existe una relación cuadrática entre las cargas y los picos de consumo de potencia.

Marco teórico

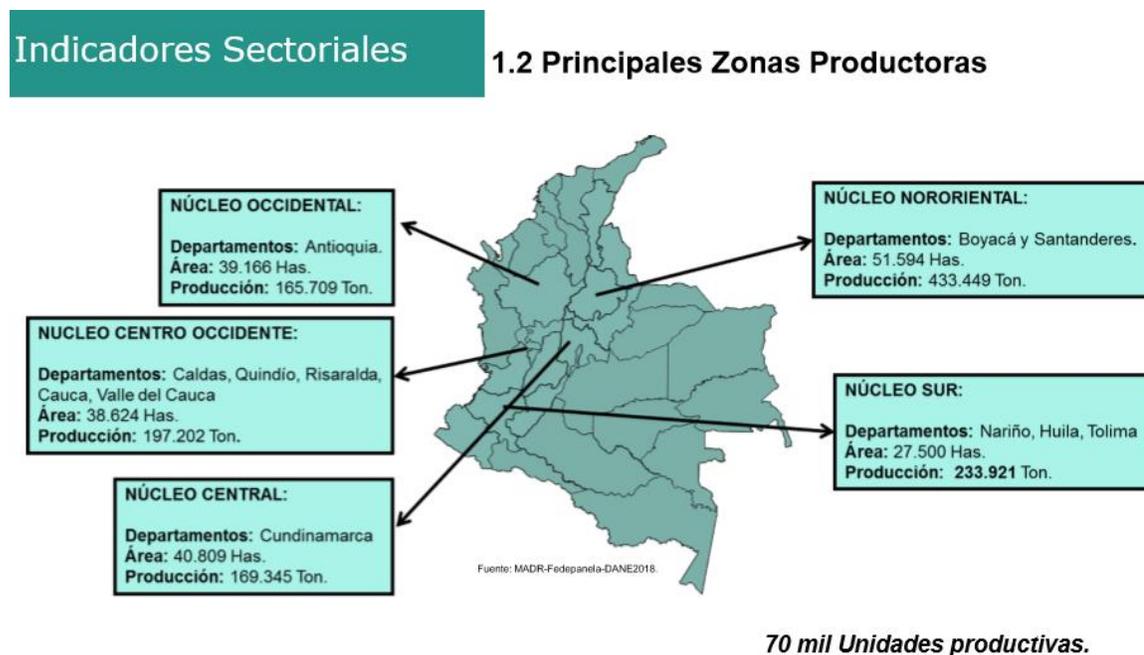
Antecedentes

Revisando la historia del cultivo de caña de azúcar con fines de obtención de panela en Colombia, observamos que este proceso se remonta a la época de la colonia, en este periodo tanto los cultivos de caña de azúcar como los ingenios azucareros dedicados casi exclusivamente a la producción de panela se ubicaban en su mayoría en el Valle del Cauca, pero debido a la importancia edulcorante de la panela, los cultivos se trasladaron rápidamente a donde las condiciones del terreno lo permitían. Con la expansión de los cultivos de caña se configuraron nuevos territorios productores de panela, con esta nueva entrada de productores se introdujo a la producción de panela, diferentes estructuras para su procesamiento, y como consecuencia de esta difuminación por el territorio nacional la producción de panela, a día de hoy cuenta con procesos heterogéneos, es decir depende la región, las condiciones económicas, sociales y políticas, este conjunto de factores afectan directamente la producción de panela (Rocero, 2011).

Actualmente en Colombia, la caña panelera o con fines de producción de panela, es cultivada en 511 municipios de los cuales su producción se encuentra mayormente concentrada en 164 de estos; destacándose departamentos como Boyacá, Cundinamarca, Cauca, Antioquia, Santander, Nariño, Valle del Cauca, Tolima, Caldas, Norte de Santander, Risaralda y Huila, representado el 83% del área cultivada nivel nacional (Ministerio de agricultura, 2018). La figura 1 ilustra las principales zonas productoras.

Figura 1.

Zonas productoras de panela



Fuente: Ministerio de agricultura (2018).

Nota. En la figura se detallan las principales regiones productoras de panela en Colombia.

Según Asocaña (2020), la caña molida en los ingenios azucareros del país durante el siglo XXI se mantuvo más o menos estable, como se observa en la gráfica 1 la molienda de caña de azúcar durante las últimas dos décadas, según información suministrada por los ingenios azucareros ha sido en promedio de 2.258.416 toneladas de caña al año, siendo el 2004 el año con mayor molienda llegando a 2.614.672 toneladas, en contraste con el año 2008 donde se molieron 1.926.109 toneladas. En la gráfica 1 se puede apreciar que durante este periodo de tiempo no se observaron grandes reducciones en la cantidad de caña de azúcar llevada a la molienda y que por el contrario se ha mantenido más o menos estable por dos décadas como se observa en la gráfica 1.

Grafica 1

Producción de Caña de Azúcar 2000-2019



Fuente: Asocaña (2020).

Nota. En la grafica se detalla la cantidad de toneladas producidas por año en Colombia desde el 2000 hasta el 2019.

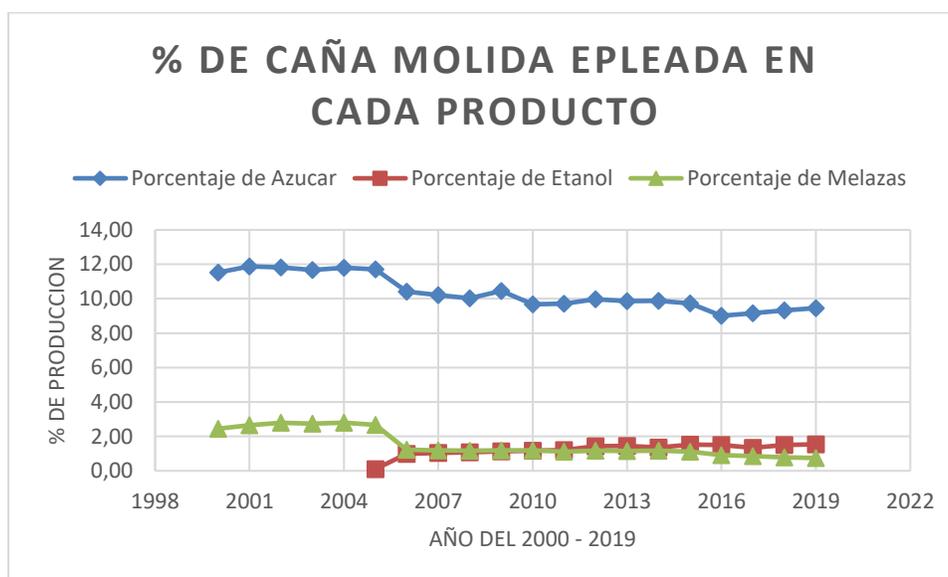
Durante el periodo de tiempo comprendido entre el año 2019 y el 2020 se produjeron en los ingenios azucareros a partir de las 440.315.283 toneladas de caña molidas: 45.433.142 toneladas de azúcar, 4.166.869 toneladas de etanol asumiendo una densidad teórica de 810kg/m^3 , 6.695.159 toneladas de melaza, lo que en total nos muestra un rendimiento de aproximadamente un 12,7% (Asocaña, 2020).

En general se aprovecha cerca del 10% de la caña molida en la producción del azúcar, el restante se divide entre el alcohol etílico y las melazas producidas, también se puede apreciar que en el 2008 la tendencia comenzó a cambiar, en la medida que se empieza a producir igual o mayor cantidad de etanol con respecto a la cantidad de melazas, esta tendencia cambia en el 2012 donde la producción de etanol toma más fuerza desplazando año

a año la producción de melazas esta tendencia se puede apreciar en la gráfica 2 donde se presenta un comparativo del uso de los jugos obtenidos durante la molienda de la caña (Asocaña, 2020).

Grafica 2

Comparativa de productos a partir de caña de azúcar en Colombia entre el año 2000 y 2019



Fuente: Asocaña (2020).

Nota. La grafica muestra el porcentaje usada de caña para cada producto durante el periodo comprendido entre el año 2000 y el año 2019.

Se aprecia que de 2006 a la fecha el porcentaje de caña usada en la fabricación de azúcar ha venido disminuyendo al igual que los porcentajes empleados en la producción de melazas, aunque el porcentaje dedicado a la producción de azúcar es mucho mayor al destinado a la producción de etanol hay un crecimiento sostenido desde el 2012 en la producción de etanol comprometiendo la producción de azúcar.

En Colombia junto a la producción de azúcar encontramos la producción de panela, como se ha mencionado anteriormente su producción y exportación es bastante notoria; cuando ocupa el segundo lugar a nivel mundial entre los mayores productores. A continuación, en la tabla 1 y grafica 3, se relaciona su comportamiento en el mercado mundial en el periodo comprendido entre 2012 a 2018.

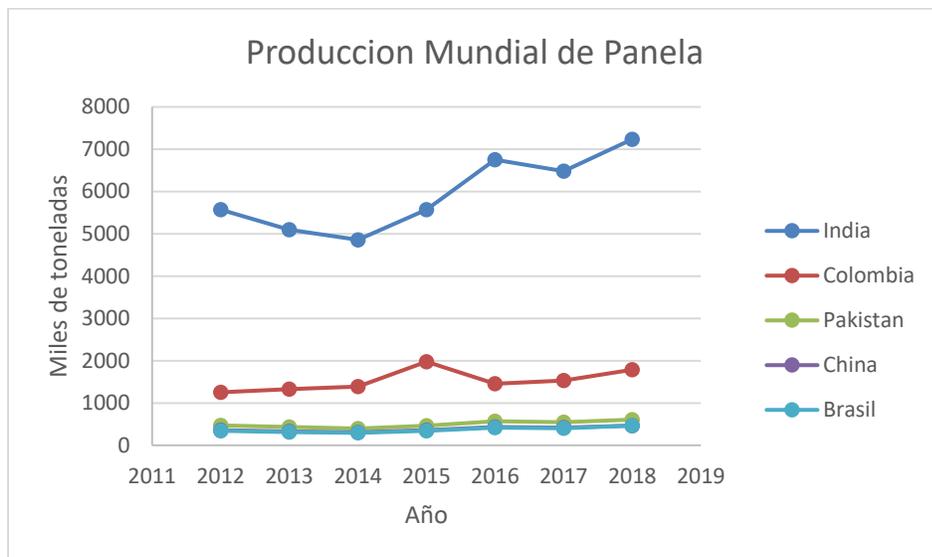
Tabla 1

Producción mundial en miles de toneladas

PRODUCCIÓN MUNDIAL EN MILES DE TONELADAS							
Mundo	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1 India	5570	5100	4859	5571	6753	6484	7236
2 Colombia	1253	1330	1387	1977	1456	1529	1787
3 Pakistán	469	433	396	465	566	542	607
4 China	359	330	307	357	434	416	465
5 Brasil	344	316	294	342	416	399	466
6 Otros	1137	1044	984	1135	1337	1332	1488
Total	9132	8553	8227	9847	10962	10702	12049

Fuente: Ministerio de agricultura (2018).

Nota. La tabla muestra la producción mundial de panela en miles de tonelada, de ella se observa que Colombia es el segundo productor de panela solo superado por la India.

Grafica 3.*Producción Mundial de Panela*

Fuente: Ministerio de agricultura (2018).

Nota. Esta grafica representa la información consignada en la tabla 1.

Partiendo de los documentos consultados; Colombia es el segundo principal productor de panela a nivel mundial las cifras muestran que en Colombia solo se produce en promedio el 26% de lo que se produce en la India principal productor mundial de panela. Esta diferencia en cifras de producción se podría atribuir a la cantidad de caña de azúcar que es empleada para la producción de otro tipo de productos si tomamos el ejemplo de la diferencia de producción específicamente del año 2015 que fue según la gráfica 3 en el año que más panela produjo Colombia entre el 2012 y el 2018, encontramos que en el país se produjo aproximadamente un 17% más de azúcar que de panela, pero si evaluamos la diferencia para el año 2012 se puede encontrar una cifra de aproximadamente un 40% de diferencia entre la producción de azúcar y de panela en el país.

Es claro que en Colombia el principal destino que tienen los cultivos de caña de azúcar es la producción de azúcar centrifugado, seguido con diferencia de hasta un 40% de la panela, también se emplea en menor porcentaje en la producción de etanol y de melaza.

Proceso tradicional

Según Agudelo & Hernández, (1999) el proceso de beneficio de la panela hace referencia a todos los procesos posteriores al corte de la caña de azúcar, entre estos procesos encontramos: apronte, molienda, limpieza, clarificación y encalado, evaporación y concentración de mieles, punteo y batido, moldeo, enfriamiento, empaque y embalaje.

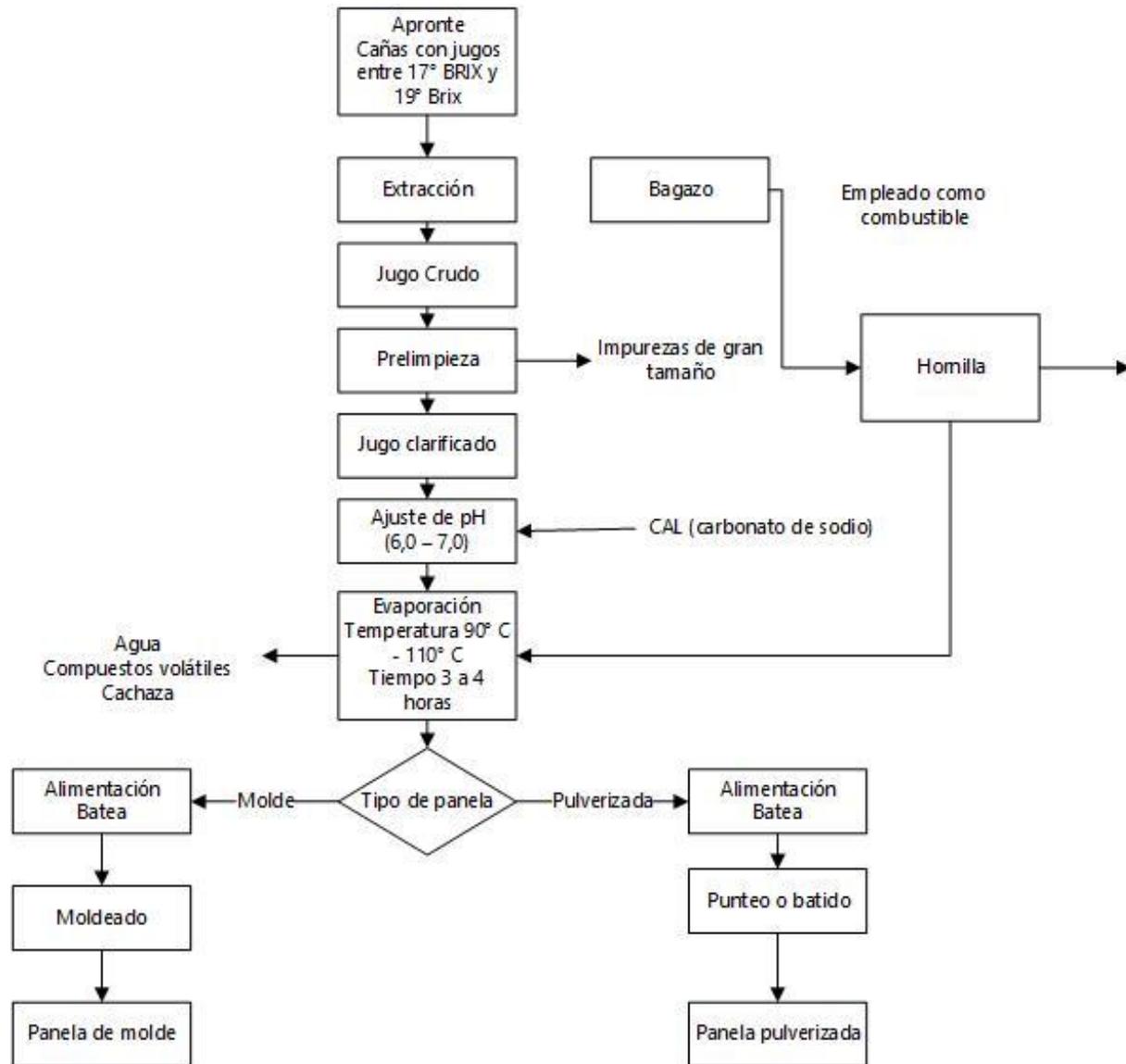
- **Apronte:** consiste en la recolección de la caña cortada y transporte desde el sitio del cultivo hasta el trapiche.
- **Molienda:** con ayuda de las masas del molino se realiza la extracción de sacarosa de la caña de azúcar, limpieza de los jugos.
- **Pre limpieza:** el jugo crudo y sin clarificar se limpia en frío utilizando un sistema de decantación natural por gravedad.

- **Clarificación:** operación realizada en la paila "descachazadora", se utilizan compuestos naturales como el balso, cadillo y guásimo que tienen acción aglutinante y permiten la formación de la cachaza, la cual queda flotando en el jugo y permite su separación.
- **Encalado:** se adiciona un poco de cal para regular el pH de los jugos. Un valor de 5,8 previene la formación de azúcares reductores y ayuda a la clarificación de los jugos porque hace flotar la materia orgánica.
- **Evaporación y concentración:** la evaporación del agua contenida en los jugos por calentamiento a 96 °C permite alcanzar la concentración de sólidos apropiada para la consolidación y moldeo de la panela a 120 °C, estas operaciones se llevan a cabo en pailas o fondos dispuestos en líneas. Los jugos se desplazan entre estos recipientes por paleo manual y, al finalizar su tránsito, se denominan "mieles".
- **Punteo y batido:** en este proceso se incorpora aire a la miel en presencia de calor mediante paleo manual.
- **Moldeo:** en esta etapa se ubican las graveras sobre una mesa de acero inoxidable y se vierte la miel previamente aireada.
- **Empaque y almacenamiento:** en esta etapa se realiza el empaque de la panela de acuerdo con la presentación que el productor le desee dar. Se almacena en condiciones seguras e higiénicas hasta su transporte a los puntos de venta.

A continuación, realizamos la descripción del proceso de la elaboración de la panela a través de un flujograma:

Figura 2:

Diagrama de flujo elaboración panela



Fuente: Guerrero & Escobar (2015).

Nota. El diagrama muestra gráficamente cada etapa del proceso de fabricación de panela con sus entradas y salidas y las variables de proceso.

Partiendo de la descripción de los procesos que están consignados en los documentos consultados se establece que: la materia prima para la fabricación de panela es en esencia la caña de azúcar; de ésta en conjunto con las condiciones tecnológicas del proceso y la experticia del personal operador depende el rendimiento, pero las características sensoriales de la panela se le atribuyen directamente a las propiedades de la caña de azúcar, características como la variedad de caña, las condiciones del cultivo y el estado de maduración, determinarán el sabor, el color y la sedimentación del producto final (Guerrero & Escobar, 2015). Los procesos de producción actualmente en Colombia son en su mayoría artesanales, esto implica, que el proceso actualmente es comparable con el que se empleaba en la época de la colonia, es decir la introducción tecnológica ha sido mínima a lo largo de varios siglos, factores como la extensión de los cultivos y los bajos presupuestos de los que se dedican a la producción de panela hacen que el proceso a hoy siga siendo en su gran mayoría artesanal, en la de las unidades de producción; cómo se puede observar en la bibliografía, la productividad de la fabricación de panela depende de la experticia de los fabricantes, dichos fabricantes han heredado el conocimiento por generaciones, de esto se deriva que no exista estandarización para la fabricación de la panela, también que no se entregue el producto final en diferentes presentaciones como por ejemplo la panela pulverizada de gran valor en mercados internacionales.

Tecnificación de la producción panelera en la región de la hoya del río Suarez.

Una de las regiones productoras de panela más importantes de Colombia es la región de la hoya del río Suarez, esta región está conformada por 13 municipios, Chitaraque, Moniquirá, Togüi, San José de Pare y Santana, en Boyacá, y en Santander se encuentran los municipios de: Barbosa, Chipatá, Guavatá, Güepsa, Puente Nacional, San Benito, Suaita y Vélez. En esta región se identificaron 4 empresas productoras de panela; Trapiches El Ingenio, Corporación Panelera Doña Panela, Multingenios Makariza S.A y trapiche el panelero, para

cada una de las empresas objeto del estudio se listaron los activos tecnológicos para cada etapa de la producción. Según Ruge & Pérez (2017) ninguno de los trapiches antes mencionados cuenta con tecnologías aplicadas a las etapas de siembra y maduración de los cultivos de caña de azúcar. Para la etapa de corte el trapiche El Ingenio y la Corporación Panelera Doña Panela, cuentan con un proceso de identificación de la madurez de la caña de azúcar empleando para este fin refractómetros con los que se identifica la concentración de grados brix antes de proceder con el corte de la caña para su posterior incorporación al proceso de producción, mientras que los trapiches Multingenios Makariza y el Trapiche Panelero no reportan ninguna incorporación tecnológica en este sentido. Para las etapas de beneficio y empaque el trapiche El Ingenio y la Corporación Panelera Doña Panela no cuentan con registros de rendimiento en los procesos de molienda y obtención de jugo de caña no reportan cronogramas de mantenimiento de los molinos, en ambos casos se emplean hornillas tipo Cimpa, en cuanto al empaque en ambos casos se emplean máquinas de operación manual cumpliendo con la reglamentación vigente, en el caso de Multingenios Makariza la planta cuenta con monitoreo permanente de ingenieros de producción y revisores de calidad se emplea vapor de caldera destinado para alimentar difusor y generación de energía proyectado para generador eléctrico de 50 KVA es decir los procesos de cocción y evaporación de los jugos de caña de azúcar se realizan mediante vapor generado por caldera, para el proceso de empaque se emplean bolsas de polietileno en presentaciones de 6 g, 500 g, 1000 g y 2500 g de panela pulverizada natural.

Si se tiene en cuenta el concepto de la federación nacional de productores de panela (FEDEPANELA), lo ideal sería que todos los procesos de producción de panela contaran con la tecnología adoptada por Makariza SA, pero la realidad de los productores de la hoyá del río Suarez se asemeja a las condiciones que se encontraron en el trapiche el panelero, la implementación de tecnologías como las adoptadas por Makariza S.A son de un alto impacto

económico y requieren de la adecuación de los procesos, el trapiche Doña Panela y el Ingenio cuentan con unos procesos de producción mejorados ya que la hornilla es el producto de investigaciones adelantadas desde inicios del siglo XXI con ayuda del Cimpa, y se tienen en cuenta variables de calidad para la fabricación de la panela desde la cosecha hasta el empaque del producto final (Ruge & Pérez, 2017).

Otra forma de abordar la panela y su impacto socioeconómico es el que proponen Ordoñez & Rueda (2017), en una observación de las características de los trapiches paneleros en el departamento de Santander, se determinó el grado de cumplimiento de la resolución 779 de 2006, de los establecimientos de la muestra tomada para la investigación evaluando las condiciones en una escala de 1 a 10 donde 10 es la mayor calificación. La clasificación se dividió según lo expuesto en el capítulo IV de la citada resolución, y los resultados de la evaluación se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

Calificación del proceso y de las instalaciones físicas para la producción de panela

Zona	Aspectos a verificar	Calificación
Zonas de descargue, transformación, moldeo y empaque	Estas zonas están alejadas de focos de contaminación	8
	Sus alrededores están libres de residuos sólidos (maleza, objetos y materiales en desuso) y aguas residuales.	5
	Estas zonas están separadas de las viviendas.	9
	Cuentan con aislamiento y protección para evitar el acceso de animales y personas no autorizadas.	2
	Cada una de las zonas está delimitada y separada físicamente de las demás.	4
	Las paredes, pisos y techos están contruidos con material resistente, fácil de limpiar y desinfectar.	4
	El estado de las instalaciones no pone en riesgo la salud de sus trabajadores (iluminación y ventilación).	4

Zona	Aspectos a verificar	Calificación
Zonas de descargue, transformación, moldeo y empaque	No se presentan en el trapiche o sus alrededores zonas de almacenamiento de ningún tipo de mieles, edulcorantes o blanqueadores.	9
	Los trapiches cuentan con los equipos, recipientes y utensilios que garanticen las buenas condiciones sanitarias en la elaboración de la panela incluyendo los molinos.	7
	Todas las personas que realizan actividades de manipulación de la panela reciben capacitación sobre prácticas higiénicas de manipulación de alimentos.	7
	Se cuenta con recipientes para la recolección y almacenamiento de los residuos sólidos y una frecuencia de remoción de estos, de modo que se evita la generación de malos olores, molestias sanitarias y contaminación tanto del producto como de las superficies locativas.	8

Zona	Aspectos a verificar	Calificación
Zona sanitaria	Implementan un programa de limpieza y desinfección de las diferentes áreas, equipos y utensilios. Dicho programa incluye concentraciones, modo de preparación y empleo.	5
	Cuenta con duchas, lavamanos e inodoros en buenas condiciones y en funcionamiento.	6
	Los servicios sanitarios son suficientes (en cantidad).	5
	Se mantienen elementos de higiene personal (jabón líquido, toallas desechables, papel higiénico, etc.).	2
	Se tiene un sistema de deposición de residuos.	7

Fuente: Ordoñez & Rueda (2017).

Nota. Esta tabla asigna puntajes a las condiciones de los trapiches para generar una agrupación dependiendo de sus características.

De igual forma se discriminaron los impactos tanto positivos como negativos en cada una de las etapas del proceso, estos impactos se presentan en la tabla 3.

Tabla 3

Impactos de los procesos de producción de panela

Aspecto	Impacto positivo	Impacto negativo
Apronte	El proceso de apronte, tiene como impacto positivo de carácter social, ya que este proceso genera empleo	Este proceso genera un impacto negativo al medio ambiente en la medida que disminuye la cantidad de oxígeno generado por las plantas y se reduce la captación de dióxido de carbono
Molienda	Por la cantidad de operarios empleados en los procesos de molienda se puede considerar que el efecto positivo del proceso es la generación de en promedio 3 empleos	En este proceso de molienda se identifican dos impactos negativos, el primero de ellos la exposición prolongada a la contaminación auditiva generada por las acción mecánica del molino accionado por un motor de combustión interna, el segundo impacto negativo identificado es medio ambiental ligado directamente al empleo de motores de combustión interna que emiten gases de efecto invernadero como: óxido de

Aspecto	Impacto positivo	Impacto negativo
Prelimpieza y clarificación de jugos	El mayor impacto positivo que presenta esta etapa del proceso es el aprovechamiento de los subproductos obtenidos, estos al ser dispuesto de maneara adecuada pueden ser empleados en la alimentación de animales y con esto se evita la proliferación de animales (insectos) y la contaminación de fuentes de agua	nitrógeno (NO ₂), compuestos orgánicos totales (TOC), monóxido de carbono (CO) y material particulado Este proceso impacta negativamente si no se ve el residual de la clarificación como un sub producto, si no como un residuo, de este modo la mala disposición conllevara a impactos negativos para la calidad del producto en la medida que será foco de contaminación por la presencia de animales e insectos, de igual forma la mala disposición de estos residuos genera alteración en los cuerpos de agua donde normalmente son dispuestos.
Concentración y punteo de mieles	No se identificaron impactos positivos más allá de la generación de empleo	En este proceso se identificaron varios aspectos negativos. El primero de ellos por el tipo de hornilla empleada hay perdidas de calor de aproximadamente 40% o dicho de otra forma se

estiman pérdidas energéticas de aproximadamente el 40%, esto implica modificaciones en el micro ambiente, condiciones extremas de trabajo para los operadores del proceso, y una emisión considerable de gases efecto invernadero al ambiente

Aspecto	Impacto positivo	Impacto negativo
Batido y enfriamiento	Generación de empleo	Expone al personal a movimientos repetitivos en condiciones extremas de temperatura, teniendo que manejar cargas superiores a los 50 kg
Moldeo y empaque	Generación de empleo	El personal se debe someter a condiciones extremas de trabajo en la medida que los turnos exceden las 8 horas, manteniendo la misma posición de pie, y realizando movimientos repetitivos, el proceso genera residuos como: plástico y madera que no siempre son reutilizados

Aspecto	Impacto positivo	Impacto negativo
Limpieza de instalaciones y equipos	Generación de empleo	Este proceso implica contaminación de grandes cantidades de agua empleadas en la limpieza, con detergentes y residuos de sacarosa.

Fuente: Ordoñez & Rueda (2017).

Nota. En la tabla se describen los aspectos tanto positivos como negativos del proceso de fabricación de panela.

Una vez, analizados los datos obtenidos por medio de la investigación, se llegó a la conclusión que el proceso artesanal de producción de panela, en el departamento de Santander no es amigable con el medio ambiente (Ordoñez & Rueda, 2017).

La revisión bibliográfica da cuenta de la realidad del sector panelero el país; este sector, aunque es uno de los más importantes para la agroindustria en el país, no cuenta con la tecnología adecuada para maximizar sus rendimientos y reducir los impactos negativos en el medio ambiente, esto porque no le es posible al grueso de los productores aprovechar al máximo la capacidad instalada de los trapiches, esta situación se atribuye a varios factores como: la escasez de mano obra familiar en el caso de los tenedores de las unidades más pequeñas y menos dotadas, la escasez de caña propia para tener unos intervalos de molienda menos extensos en el caso de los medianos productores, para el caso de los más grandes productores las falencias al igual que en los demás casos se centran en la tecnología obsoleta usada para el procesamiento de la caña y su posterior transformación en panela. El gobierno nacional y los empresarios más representativos de la panela en el país y en especial de las regiones productoras como la hoya del río Suarez, han unido esfuerzos para llevar a cabo investigaciones que han dado como resultado mejoras en los procesos de obtención de panela y en la transferencia de calor, logrando con esto mejorar la capacidad de aprovechamiento de la energía producida en la hornilla. Este tipo de modificaciones hacen que el proceso sea más eficiente pero no lo suficiente para lograr una estabilización de los precios de producción de la panela, empresas emblemáticas como Doña Panela, o Makariza han logrado mejorar sus sistemas de producción; en especial Makariza que tiene una de las mejores tecnologías para el procesamiento de la caña de azúcar con un manejo térmico adecuado. Por su parte Doña Panela, aunque no posee la misma tecnología ha logrado darle un valor agregado a la panela posicionándola en un sector diferente de la economía al tradicionalmente conocido. Los impactos sociales, económicos y medio ambientales ligados a la producción de panela, aunque

son de gran importancia para la sostenibilidad económica del agro colombiano no ha tenido la participación activa del gobierno nacional, ni la voluntad expresa de los productores más grandes de panela de tecnificar el proceso, en aras de mejorar la rentabilidad del producto.

Colombia se posiciona como el séptimo productor a nivel mundial de caña de azúcar (Lagos & Castro, 2019), según FEDEPANELA (2012) tan solo el 24% de la caña tiene un valor comercial, el 76% restante se compone de los residuos que resultan de la fabricación de azúcar o panela. Dicho de otra forma, ese 76% de residuos está compuesto por lo generado durante la molienda y concentración de los jugos de caña de azúcar, con centrifugación o sin ella, entre estos residuos se encuentran: el cogollo, la hojas y pajas, el bagazo, la melaza y la cachaza. Como se expuso anteriormente la cantidad de residuos en el proceso de concentración es alta, sin embargo, se debe tener en cuenta que una buena cantidad de estos residuos se pueden aprovechar o denominar subproductos aprovechables, puesto que para este proceso es posible obtener a partir de una tonelada de panela producida, una tonelada de subproductos, estos en su mayoría son empleados como materia prima para la elaboración de suplementos alimenticios (Lagos & Castro, 2019).

En la tabla 4 se pueden identificar las variedades de caña de azúcar que se cultivan en cada una de las regiones paneleras del país, al igual que su rendimiento por hectárea cultivada (García, Arbarracín, Toscano, Santana, & Insuasty, 2007).

Tabla 4

Variedades para producción de panela y/o miel para las diferentes regiones agroecológicas

Variedad	Producción potencial de panela, t/ha		Región geográfica y unidad agro- ecológica
	Min.	Max.	
RD 75-11	20,3	24,1	Hoya del río Suárez
PR 61-632	14,2	17,5	y Chicamocha
POJ 28-78	11,5	15,4	(Me-Mf) - Corte por parejo
My 54-65	17,3	19,7	Cundinamarca y
RD 75-11	18,5	20,6	Norte de Santander
POJ 28-78	9,8	13,7	(Mf-Mg) - Corte por entresaque.
RD 75-11	19,8	23,7	Antioquia
PR 11-41	19,4	22,5	(Me- Mf- Mg) Corte por parejo.
SP701284	20,2	23,3	Llanos Orientales y
My 54-65	18,4	20,4	Cimitarra Santander
MZC 74-275	19,4	22,6	(Cg- Cj) - Corte por
PR 62-66	21,2	23,7	parejo.
RD 75-11	20,1	24,3	

Fuente: Garcia B, y otros, (2007).

Nota. La tabla describe las variedades de caña usadas en cada region.

En la tabla 8 se evidencia que en la región: de los llanos orientales, Cimitarra Santander y la hoya del río Suarez se cultivan las variedades de caña de azúcar con mayores rendimientos por hectárea, estas variedades generan rendimientos en el orden del 20 al 24% en promedio, esto concuerda con lo expresado por FEDEPANELA (2012).

La producción de panela constituye un eslabón importante en la cadena de producción agrícola de Colombia, su tecnificación es compleja en la medida que se requieren de más investigaciones y en general de la inversión de recursos para lograr una estandarización industrial de los procesos de producción en aras de obtener productos a costos más reducidos que los de producción artesanal o semi industrializado. Uno de los mayores desafíos de la industrialización del proceso de producción panelero es lograr unas características organolépticas estandarizadas para la panela, esto en la medida que el proceso de producción, depende en la gran mayoría de los trapiches de los conocimientos específicos de los operadores del proceso, es decir que la panela normalmente es elaborada, con los conocimientos ancestrales que han pasado de generación en generación por tradición oral.

Partiendo de lo descrito anteriormente, se evidencia en los trabajos de diferentes autores que la tecnificación del proceso se traduce: en mejoras notables en los rendimientos y reducciones considerables con los costos de producción, así las cosas ¿Por qué no se implementan estas mejoras en los trapiches paneleros?, Este tipo de mejoras requieren de inversiones económicas que en la mayoría de los casos son difíciles de llevar a cabo, en la medida que los productores de panela no cuentan con los recursos ni con la asesoría personalizada para cada caso puntual, por otro lado, por lo general en la mayoría de territorios que producen panela en Colombia las cantidades de caña que se procesan, son pequeñas, y normalmente emplean mano de obra familiar, por este motivo el productor no ve la necesidad de implementar modificaciones a la forma tradicional.

Los medianos productores que procesan cantidades considerables de caña y que por otro lado alquilan su trapiche a productores más pequeños, son los indicados para introducir en los procesos del trapiche las mejoras de la hornilla, los niveles en las pailas y las pailas modificadas, todo esto con el fin de lograr una eficiencia energética mejorada, obteniendo la energía de la combustión del bagazo seco, con estas modificaciones se lograría aumentar los niveles de producción, mejorarían los rendimientos en cuanto a producto final obtenido y se reducirían los costos de producción dejando un margen de utilidad más amplio, este margen se puede emplear como un margen operacional para blindar de alguna manera la fluctuación de los precios de la panela en los mercados regionales.

Si se observa con detenimiento la poca industrialización del proceso, en Colombia que busca mejorar los rendimientos durante la producción de panela, se ha limitado a la modificación de las hornillas con el fin de asegurar una menor pérdida energética, mejorando las superficies de transferencia de calor, haciendo el proceso de evaporación hasta un 40% más eficiente energéticamente hablando, en este tipo de hornillas las pérdidas energéticas se han minimizado considerablemente, estas mejoras se logrado implementado los modelos de hornilla mejorada resultante de las investigaciones adelantadas por el CIMPA, también aporta a la mejora del proceso la modificación de los intercambiadores de calor y de las condiciones de humedad del bagazo que ingresa a la hornilla. La suma de estas adecuaciones tecnológicas hace que el proceso genere considerablemente menos pérdidas energéticas, pero se debe considerar que la adopción de esta tecnología no logra una estandarización de las variables críticas del proceso como el pH de los jugos durante el proceso para evitar la inversión de azúcares, tampoco es viable con estas modificaciones mantener un rango de temperaturas óptimas para la evaporación de los jugos y con esto evitar que se requemen los jugos. En general la modificación de las hornillas y de los intercambiadores de calor, es un avance para la tecnificación del proceso, pero lo ideal sería implementar procesos con energía térmica

generada en calderas que aprovechen el bagazo como combustible para la generación de sistemas de vapor que sean los encargados de brindar el movimiento de toda la planta de producción, desde el molino hasta la obtención del producto final.

Zonas productoras en Colombia.

Colombia cuenta con producción de caña de azúcar destinada a la obtención de panela en 14 de sus departamentos, en la tabla 5 encontramos la distribución de siembra y producción de panela del 2018 y 2019

Tabla 5

Cadena/ Agroindustria Panelera en Colombia 2018 y 2019

Departamento	2018			2019		
	Área cosechada (ha) 2018	Producción (ton) 2018	Rendimiento (ha/ton) 2018	Área cosechada (ha) 2019	Producción (ton) 2019	Rendimiento (ha/ton) 2019
Antioquia	34008,2	159933,93	4,70	33311	156540,01	4,70
Boyacá	16362,01	157441,94	9,62	16015,65	153924,6	9,61
Caldas	10364,45	47916,17	4,62	10150,75	46891,86	4,62
Caquetá	4844,18	25555,05	5,28	4746,9	25032,02	5,27
Cauca	13552,84	70435,32	5,20	13327,3	69178,36	5,19
Cundinamarca	34889,11	163443,09	4,68	34583,65	161552,64	4,67
Huila	8070,98	56670,62	7,02	8154,09	56316,27	6,91
Nariño	13422,86	102531,75	7,64	13143,95	100346,38	7,63
Norte de Santander	7854,09	38502,69	4,90	7792,15	37860,41	4,86
Quindío	518,95	4167,81	8,03	515,25	4098,28	7,95
Risaralda	3462,91	25672,99	7,41	3420,45	25244,73	7,38
Santander	20998,56	222398,45	10,59	20695,49	218688,55	10,57
Tolima	11224,84	66565,91	5,93	11121,8	65363,5	5,88
Valle del Cauca	6472,81	42137,53	6,51	6371,95	41358,92	6,49
Total	186046,79	1183373,25	6,58	183350,38	1162396,53	6,55

Fuente: Minagricultura (2020).

Nota. La tabla muestra la cantidad de hectáreas sembradas con caña de azúcar detallando la cantidad de producción y el rendimiento por hectárea.

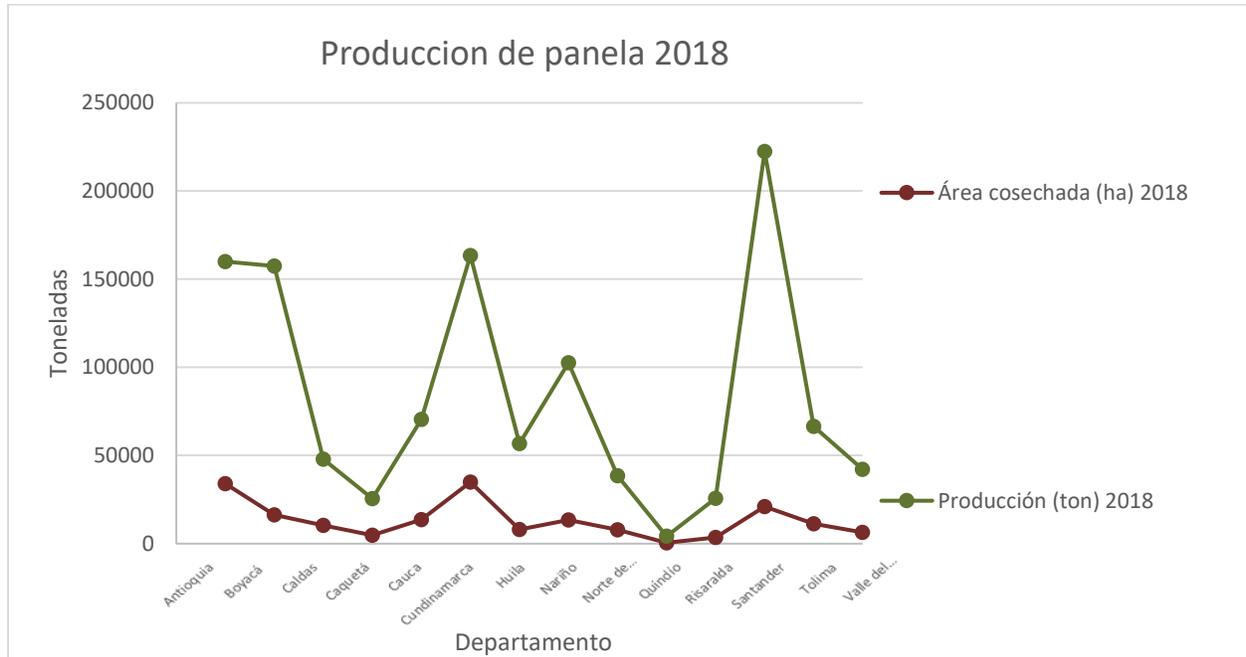
La mayor parte de la producción se concentra en los departamentos de Santander, Cundinamarca, Antioquia, Boyacá y Nariño, en estas regiones en el periodo de 2015 a 2019 se produjo alrededor de 4 millones de toneladas de panela, mientras que en resto de las regiones se produjeron cerca de 2 millones de toneladas en el mismo periodo, es decir que de 14 departamentos productores de panela el 50% del total de la producción se concentra solamente en 5 departamentos. De estos 5 departamentos, solo 2 concentran la producción del 50% es decir, produjeron cerca de 2 millones de toneladas, estos departamentos son Boyacá, y Santander, la región de producción de estos dos departamentos se conoce como la hoya del río Suarez (Minagricultura, 2020).

La región de la hoya del río Suarez es la zona productora que cuenta con más tecnificación tanto en el cultivo como en el procesamiento de la caña de azúcar, teniendo en cuenta los niveles de producción de panela en Colombia esta región durante el periodo de 2015 a 2019 produjo el 25% de la producción total de panela en 14 departamentos (Osorio, 2007). Otros actores importantes en la producción de panela son Cundinamarca, Antioquia y Nariño, pero se resalta la participación de hoya del río Suarez, debido a que esta región ha sido el epicentro de las investigaciones con el fin de mejorar tanto los procesos de siembra como de concentración de los jugos de la caña de azúcar.

Durante el periodo de tiempo comprendido entre el 2015 y el 2019 tanto la producción de panela, como las extensiones de terrenos sembrados con caña de azúcar con fines paneleros se mantuvieron estables con variaciones poco marcadas en el tiempo, esto se muestra en las gráficas 4 y 5 donde se aprecian las variaciones contenidas en la tabla 5.

Grafica 4

Producción de panela en Colombia, durante el año 2018



Fuente: Minagricultura (2020).

Nota. La grafica muestra la relación entre las hectáreas cosechadas y su producción en toneladas para el año 2018.

Grafica 5

Producción de panela en Colombia, durante el año 2019



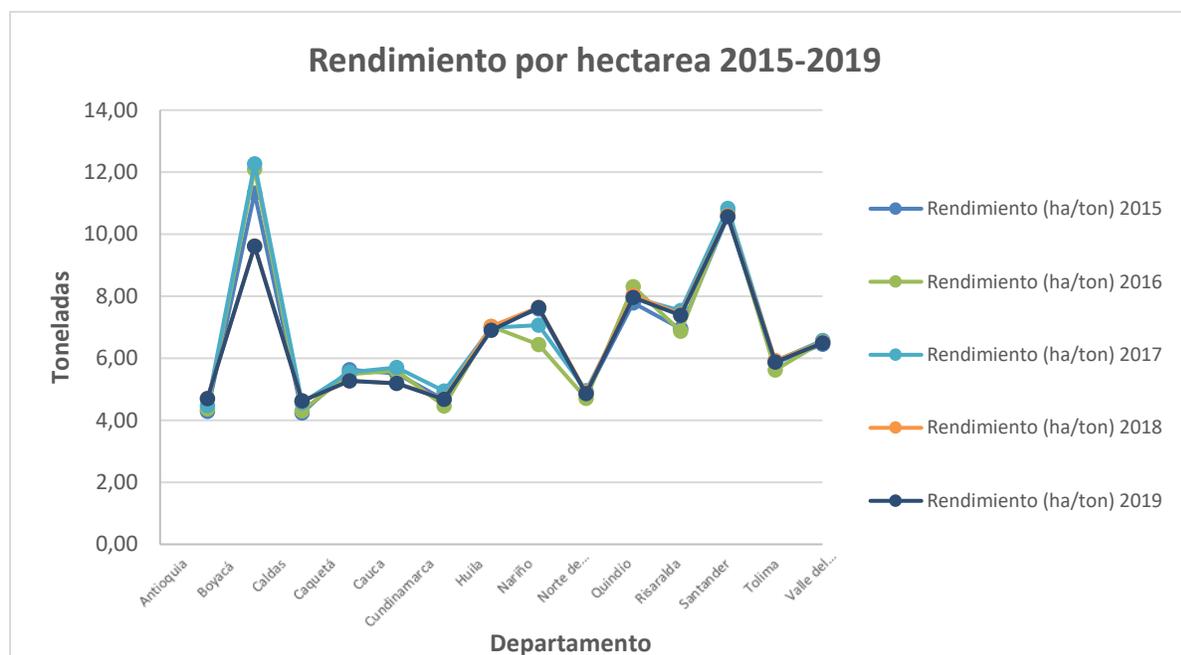
Fuente: Minagricultura (2020).

Nota. La grafica muestra la relación entre las hectáreas cosechadas y su producción en toneladas para el año 2019.

En el periodo descrito se encontraron variaciones más en la cantidad de panela obtenida por hectárea que en la cantidad de hectáreas sembradas, de este modo el informe de productividad aportado por Minagricultura (2020), da cuenta de la fluctuación de rendimientos en los cultivos en los años en mención, la gráfica 6 muestra la variación en los rendimientos por hectárea para cada año.

Grafica 6

Rendimiento por hectárea sembrada con caña de azúcar, durante el periodo 2016-2019



Fuente: Minagricultura (2020).

Nota. En la gráfica se comparan los rendimientos por hectárea en cada departamento en los años 2015 a 2019.

La variación de rendimientos es marcada a la baja en Boyacá, al alza en Nariño, pero es claramente apreciable que los mejores rendimientos por hectárea se consiguen en Boyacá y Santander, estas regiones como se había dicho antes son las regiones que cuentan con los mejores procesos de cultivo, molienda y concentración.

Región de la hoya del río Suarez

Esta región se encuentra entre los 1200 y 1900 metros sobre el nivel del mar, se diferencia del resto de regiones productoras de panela en Colombia, debido a que cuenta con la mayor tecnificación, lo que se traduce en mejores rendimientos desde el cultivo, donde por ejemplo encontramos rendimientos de 19 a 24 toneladas de caña de azúcar por hectárea cultivada (Rodríguez, García, Roa, & Santacoloma, 2004).

En la región a inicios del siglo XXI, se logró la cooperación con el gobierno holandés para conseguir transferencia tecnológica, esta cooperación fue coordinada por: la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, como resultado se obtuvo una mejora en los cultivos de caña, incorporando variedades que representan mejores rendimientos por hectárea, una reducción en los costos de procesamiento aumentando los beneficios a lo largo de la cadena de producción panelera (Nuñez & Quintero, 2020)

Ahora bien, además de las tecnologías usadas actualmente, la región de la hoya del río Suarez se caracteriza por: contar con unidades agrícolas con áreas superiores a las 20 hectáreas de las cuales se cultivan con caña de azúcar con fines paneleros por los menos el 50%. La producción panelera en la región se constituye en un sistema de producción integrado verticalmente, que está ampliamente insertado al mercado, en este sistema los mismos cultivadores, procesan y comercializan el producto final.

En la región con base en sistema antes descrito se presentan tres formas organización de la producción en la que participan diferentes agentes productivos como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6

Formas principales de organización de la producción panelera en la hoya del río Suarez

Producción directa	Producción por aparceros	Alquiler de trapiches
La producción la realizan, los dueños del capital y la tierra, ellos mismos se encargan de la comercialización. En la producción directa se podría decir que no hay participación de mano de obra familiar y en caso que ocurra, se trata al integrante de la familia como un trabajador más, tratado como los demás colaboradores	El aparcerero no posee tierra, y el capital que posee es escaso. En este tipo de producción el dueño de la tierra se asocia con el aparcerero por medio de un contrato verbal, los costos son asumidos por ambas partes, por lo general el aparcerero se compromete a realizar la siembra y al mantenimiento de los cañaduzales, el dueño de la tierra se encarga de las inversiones, para el inicio y el sostenimiento de la siembra, al final del proceso una vez es vendida la panela las utilidades de reparten en partes iguales	Esta forma de producción se emplea cuando el cultivador o parcerero no cuenta con trapiche propio o el suyo se encuentra muy lejos del cultivo. Cuando se usa esta forma el propietario del trapiche, cobra un rubro por carga de panela producida esta forma de producción también se conoce como maquila.

Fuente: Rodriguez, Garcia, Roa, & Santacoloma (2004).

Nota. La tabla describe las principales formas de asociación para la fabricación de panela.

Tecnologías de procesamiento

Proceso tradicional

El proceso sin ningún tipo de tecnificación emplea, animales para accionar el molino, dos operadores humanos para la manipulación de las masas verticales del molino, con este método de extracción se logra extraer por la acción mecánica del molino solo el 50% de los jugos de la caña de azúcar, este porcentaje depende de la variedad de caña empleada, el paso de los jugos para ser concentrados es manual, no existen métodos eficientes para limpiar las impurezas de los jugos, el paso de los jugos del molino a las pailas de evaporación se realiza de forma manual, de este modo no se aprovecha la gravedad debido a que la hornilla se encuentra a nivel con el molino, la hornilla es construida con materiales como: ladrillo común, barro (adobe) y arena, esta se construye en posición recta lo que facilita la pérdida energética hacia el ambiente. Este tipo de trapiches no cumplen con lo solicitado en la resolución 779 de 2006 (INVIMA, 2006). puesto que son construcciones que no cuentan con paredes externas, no delimitan las áreas de trabajo, no existe separación entre los servicios sanitarios y las viviendas, de las áreas de producción, no hay forma impedir el ingreso de todo tipo de animales e insectos, los procesos de concentración de los jugos se realizan expuestos al ambiente lo que facilita su contaminación con residuos o por animales, para el proceso de concentración normalmente se cuentan con alrededor de 3 pailas, con la desventaja de todas están ubicadas a nivel de la hornilla. Los rendimientos del proceso son bajos en comparación a procesos con un grado tecnificación mayor, en promedio una unidad productora de este tipo por jornada de trabajo o día de molienda como se conoce en el argot del medio panelero produce alrededor de 126 kg de panela en 15 horas de trabajo continuo (Rocero, 2011).

Se debe tener en cuenta que los procesos artesanales son de 5 a 7 días de molienda ya que las unidades agrícolas que respaldan las actividades productivas de panela son limitadas, en promedio 5 hectáreas sembradas y de igual forma el proceso lo limita la cantidad de mano

de obra que se puede contratar o la mano de obra familiar disponible, también depende de la cantidad de mulas que se puedan contratar, este tipo de trapiches según Ramírez & Arenas (2016) se clasifican como trapiches tipo uno o marginales, ya que el proceso no es continuo y solo se logra aprovechar en promedio el 13,5% de la capacidad instalada. Otro factor que limita el proceso de producción artesanal es el empleo de bagazo húmedo, de este modo se reduce la capacidad calorífica del bagazo con respecto al bagazo seco. Las hornillas tradicionales generan entre 650°C y 850°C en el proceso de combustión, como consecuencia de las pérdidas energéticas de este tipo de hornillas se produce entre 6% y 10% de monóxido de carbono, esto último sin evaluar las altas emisiones cuando se emplea para proceso combustibles como llantas o madera (Guerrero & Escobar, 2015).

Los procesos tradicionales son los que han pasado de generación en generación desde la época de la colonia, estos procesos han sufrido cambios no significativos a lo largo de los años, y solamente se han aplicado las mínimas modificaciones necesarias para poder operar los trapiches dependiendo de la ubicación, en función del tipo de caña y de los terrenos de siembra, las limitaciones son bastante marcadas si se comparan con trapiches donde la tecnología empleada es menos obsoleta, otra desventaja marcada de este tipo de trapiches es la falta de mano de obra y de animales para llevar a cabo el proceso, lo que se traduce en capacidad instalada baja, o desaprovechamiento de la misma, generalmente este tipo de trapiches tiene tiempos muertos de molienda muy prolongados en la medida de la disponibilidad de caña es baja, este factor de escasez se deriva de las extensiones sembradas que como se manifestó anteriormente rondan las 5 hectáreas, esto sumado a la falta de buenas prácticas de manufactura hacen que el producto obtenido, no sea tan demandado en el mercado, por lo general este tipo de pequeños productores comercializan el producto en mercados pequeños, por medio de intermediarios, a raíz de este tipo de comercialización la retribución económica que recibe el pequeño productor por su panela es más baja en

comparación con los precios del mercado, esta desigualdad en ocasiones hace que se produzca a la pérdida.

Proceso de molienda ajustada

En el proceso ajustado, de acuerdo con lo expuesto por Rosero (2011) en la etapa de molienda el equipo empleado está comprendido estructuralmente por masas en posición horizontal, y su funcionamiento depende de la acción mecánica de un motor; ya sea eléctrico o de combustión (gasolina o Diesel), que permite una extracción aproximada del 53% de los jugos de caña.

Al igual que en el proceso tradicional, el paso de los jugos es realizado de forma manual; sin embargo, este proceso está dotado de un sistema de retención de impurezas o material ajeno al proceso (bagazo, bagacillo, hojas y lodo) facilitando la clarificación de los jugos, por otro lado cuenta con mayor capacidad de producción no solo por el sistema de molienda implementado, sino también porque está dotada con aproximadamente de 3 a 4 pailas, donde sobresalen la paila plana y aleteada; esta última, presenta mayor eficiencia en la transferencia de calor a los jugos, debido a que la función principal de sus aletas es aumentar el área expuesta a los gases, lo cual se traduce en un mejor aprovechamiento de los gases de combustión en el proceso de producción (Cortes P, 2016).

La hornilla por su parte dispone de una cámara de combustión elaborada a partir de materiales que facilitan la combustión del bagazo, gracias a su estructura de elaboración y resistencia a altas temperaturas. Es así como su producción puede llegar a ser 495 kg en 15 horas o lo equivalente a un día de molienda. En cuanto a la distribución de las áreas de trabajo, cuenta con separación del área de moldeo del proceso de elaboración o producción, además de estar dotada de mallas que impiden el paso a insectos. Sin embargo, aunque este modelo presenta ajustes en las buenas prácticas de manufactura, relacionados con el paso de insectos

y animales; y separación de algunas áreas de trabajo no presentan en su totalidad una estructura conforme a los requisitos establecidos por la resolución 779 de 2006 (INVIMA, 2006).

En comparación con las unidades que se denominan de proceso tradicional, con las mejoras descritas anteriormente se aprovecha mejor el espacio, lo que se refleja en un aumento de la capacidad de producción es decir se aprovecha cerca de un 60% de la capacidad instalada del trapiche, por otro lado la posibilidad de contar con prácticas más higiénicas en la medida que es posible la separación de las áreas dentro del trapiche, genera valor agregado al producto en la medida que se presenta al mercado producto con menos sedimento producto de los procesos de pre limpieza adecuados al proceso por medio de filtros, también producto sin la presencia de insectos ni de contaminación por otro tipo de animales, generalmente este tipo de productores al igual que los que producen de manera tradicional no separan el producto por unidades como lo exige las normas sanitarias colombianas lo que genera que este producto no llegue a los mercados formales, cabe resaltar que aunque la panela en Colombia no requiere un registro ante el INVIMA, si debe cumplir con las condiciones de acondicionamiento del producto que se describen en la resolución 779 de 2006 (INVIMA, 2006), al no poder llevar su producto al mercado formal el producto de este tipo de unidades también está expuesto a la especulación por parte de los intermediarios, generando bajos rendimientos económicos y hasta pérdidas de dinero, dependiendo de la fluctuación de los precios.

Proceso de molienda mejorada

Este proceso es el resultado de investigaciones realizadas por entidades gubernamentales, no gubernamentales y universidades del país; en donde se presentan modificaciones de tipo técnico e industrial; en este tipo de proceso es posible evidenciar el avance tecnológico, aplicado al proceso de producción de panela en equipos y áreas de

beneficio con el fin de minimizar tiempos y costos de producción, optimizando o reduciendo además el tiempo de exposición del operador al proceso, trayendo consigo cambios que brindan buenos resultados, en el producto final y en la calidad de vida de los colaboradores, ya que este tipo de proceso se encuentra en su mayoría automatizado (Rocero, 2011).

Su estructura general está comprendida por pisos y paredes que dividen las áreas de cada una de las etapas del proceso evitando con esto la contaminación cruzada y otros eventos de inocuidad de impacto negativo relacionados con la producción de panela, Por otro lado, en cuanto a los equipos implementados, el proceso hace uso de un molino de mayor capacidad que ofrece alta eficiencia logrando una extracción mayor al 55% de los jugos de la caña; estos jugos son transportados a través de tuberías impulsados por bombas, hacia los tanques donde serán llevadas a cabo las etapas de clarificación y evaporación, por su parte la hornilla cuenta con mejoras que ayudan a que el proceso sea mucho más eficiente proporcionando el doble o más del doble de rendimiento en la producción, pues gracias a las modificaciones realizadas, cuenta con una caldera que reemplaza la cámara de combustión; esta caldera produce el vapor utilizado en las etapas de clarificación y evaporación por medio de intercambiadores de calor los cuales se encuentran en sumergidos en las pailas. Por otro lado, una de las ventajas más importantes de esta hornilla es que al incinerar de forma directa el bagazo húmedo, se omite el uso de bagaceras, estas últimas son bodegas o zonas de almacenamiento utilizadas en procesos tradicionales o de baja tecnificación para que el bagazo se seque durante aproximadamente quince días, lo cual puede traer problemas como presencia de animales entre ellos roedores y otras plagas que pueden comprometer la calidad del producto y el proceso (Velasquez, Agudelo, & Alvarez, 2005).

Este tipo de proceso respecto al tradicional y al ajustado, ofrece ventajas económicas considerables para el productor ya que a diferencia de los procesos mencionados anteriormente; la calidad del producto es mayor gracias al control de las variables del mismo y

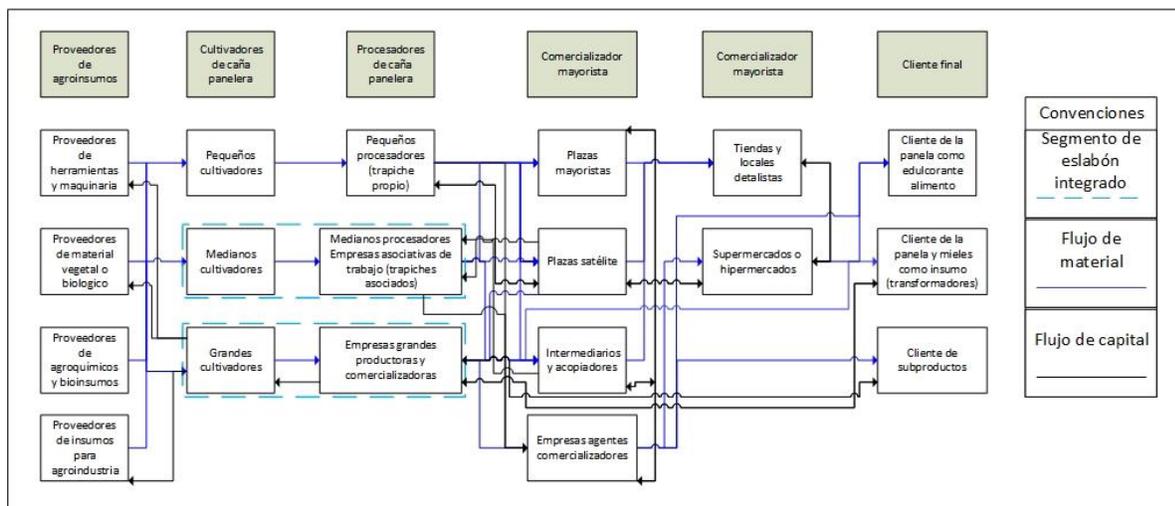
su optimización en la estructura o distribución de la planta, lo cual en términos de comercialización, le puede dar mayor cabida en el mercado, brindando mayor confiabilidad; sin embargo, se debe tener en cuenta que el costo de inversión es alto, ya que un sistema completamente automatizado requiere de adecuaciones que permitan el buen funcionamiento de maquinaria y equipos además de facilitar la operación, además del mantenimiento periódico para su buen funcionamiento el cual debe ser realizado por personal capacitado.

Cadena productiva de la panela

En términos generales cuando se habla de cadena productiva se hace referencia a un campo de la estructura económica que está definido por un producto o grupo de productos en cuyas interrelaciones verticales y horizontales inciden elementos del sistema de producción e intercambio y factores de orden externo a este, visto así la cadena incluye una serie de elementos que interactúan entre sí y al verse por separado, no permiten la comprensión del total de las actividades (Orjuela & Chavarrio, 2011).

Para Flórez. D (2013) la cadena productiva de la panela hace referencia a: “el conjunto de actores y unidades productivas que se relacionan para producir, procesar, almacenar, distribuir y comercializar insumos y productos de origen agropecuario o agroforestal. De este modo en la cadena productiva se pueden identificar seis eslabones que interactúan para lograr llevar la panela al consumidor final, estos actores son: Los proveedores de agroinsumos, cultivadores de caña de azúcar, proveedores de caña de azúcar, comercializadores mayoristas, comercializadores minoristas y cliente final.

El análisis de la cadena productiva de la panela, permite diferenciar a nivel regional las diferencias en los métodos de producción, rendimientos, brechas, oportunidades y limitaciones.

Figura 3:*Cadena productiva de la panela*

Fuente: Flórez (2013).

Nota. En la imagen se detalla el esquema de la cadena de productiva de la panela discriminando casa eslabón.

Como se ilustra en la figura 3 el primer eslabón de la cadena productiva de la panela, en lo referente a los proveedores de agroinsumos se encarga de proveer herramientas y maquinas, el material bilógico los agroquímicos y los bio insumos y en general todos los insumos necesarios para la producción agropecuaria (Competencia, 2012), en este eslabón se presenta cómo oportunidad, la constante investigación y el desarrollo en fertilizantes, y biopesticidas que aportan en la producción agropecuaria, dando como resultado como resultado cultivos con más viabilidad, y más productividad, por otro lado como limitación en este eslabón encontramos que para el segmento que nos ocupa, ante la falta de interés en los nuevos desarrollos para el sector de la producción de caña de azúcar con fines paneleros, los fabricantes limitan las inversiones en nuevos desarrollos, teniendo en cuenta la baja de manda de este tipo de productos (Flórez, 2013).

En el segundo eslabón se encuentran: los cultivadores de caña de azúcar, este segmento se divide en tres grupos: pequeños cultivadores, con extensiones sembradas de entre 1 y 5 hectáreas, medianos cultivadores con extensiones sembradas de 6 a 20 hectáreas y grandes cultivadores con extensiones sembradas superiores a las 20 hectáreas (Competencia, 2012). Entre los productores se presenta como oportunidad la generación de empleo para el manejo y adecuación del cultivo, de igual forma se destinan hectáreas para la experimentación en cuanto manejo del cultivo y necesidades del suelo, una oportunidad de mejora que se identifica es la unificación de cañas sembradas en determinados territorios con el ánimo de mejorar los rendimientos, de igual forma la determinar la mejor o las mejores variedades de caña para la obtención de panelas pulverizadas (Flórez, 2013), para lograr estas mejoras, y determinar la mejor o las mejores variedades de caña para una región en particular y para la obtención de x o y tipo de panela se deben contemplar las siguientes características fundamentales en la variedad de caña: inicialmente se debe determinar para la variedad de caña que, genere altos tonelajes por unidad de superficie, sin que esto implique un decrecimiento en la producción por lo menos hasta el quinto corte, también se deben considerar que este tipo o variedad de caña genere buenos rendimientos de subproductos derivados de la cosecha y el procesamiento de la panela, estos pueden ser con fines de alimentación animal, de obtención de energía térmica para el proceso o para ser empleados en el la obtención de abonos, la variedad de caña de ser resistente a enfermedades importantes para el sistema productivo, de debe procurar cuando sea posible que dicha variedad de caña cuente con un alto rango de adaptación a diferentes ecologías o zonas agroecológicas, la variedad debe contar con jugos con alto contenido de sacarosa, jugos que presenten facilidad para la clarificación, que generen panelas de buena calidad y de buen sabor, que ofrezca versatilidad para el desarrollo de nuevas formas de presentar el producto, por ejemplo panelas pulverizadas, saborizadas, en presentaciones personales etc. Por último, la variedad debe

presentar altos rendimientos en la extracción de jugos en el molino (Ramirez, Insuasty, & Murcia, 2014).

Los procesadores de caña con fines de obtención de panela son el tercer eslabón de la cadena productiva; de este hacen parte: los pequeños productores que pueden hacer uso de trapiches propios o en alquiler (Competencia, 2012). La caña panelera en regiones como Santander y Cundinamarca es el principal producto agrícola y por ende el sustento de un número importante de familias campesinas, que son productoras de panela, pero al producir a pequeña escala, limita su competitividad en el mercado, teniendo en cuenta que en este tipo de producción los costos se elevan por las pequeñas cantidades de caña que se procesan y por las condiciones artesanales del proceso (Orjuela & Chavarrio, 2011).

Los medianos productores así como los sistemas asociativos de producción o las empresas asociativas de trabajo que procesan las caña en trapiches asociados, estos logran unos mejores precios de producción de panela gracias a las mejoras tecnológicas y la capacidad instalada de los trapiches que es aprovechada, teniendo en cuenta que los volúmenes de caña que procesan son considerablemente mayores respecto a los volúmenes procesados por los pequeños productores, y por último en este grupo se ubican los, grandes productores y maquiladores en ocasiones entregan como producto final panela con valor agregado (Competencia, 2012), cuando se habla de los productores se resalta la asociación de productores como una oportunidad de maximizar los beneficios de la producción de panela, de igual forma este tipo de asociaciones propician los escenarios para la implementación de nuevas tecnologías que mejoren los rendimientos energéticos del proceso, así como la posibilidad de trascender en las nuevas propuestas de productos a base de panela en el mercado, también se favorece la relación comercial con los distribuidores minoristas y el cliente final limitando los intermediarios, y con esto una vez más lograr maximizar los beneficios económicos del proceso. Como acciones de mejora en el ámbito de la producción se espera el

fortalecimiento del cumplimiento de las normas favoreciendo producciones que respeten las buenas prácticas de manufactura, generando con esto calidad para el producto final (Flórez, 2013).

Es realmente complicado y casi que impropio, darle alguno de los eslabones más protagonismo que a otro ya que todos se encuentran interconectados como se observa en la figura 3 y cada uno depende del otro, pero el cuarto eslabón representa tal vez uno de los puntos más difíciles para el productor dentro de la cadena de valor, puesto que es el punto en el que se encuentran los comercializadores mayoristas y los intermediarios, estos son los responsables en parte de la fluctuación de los precios de la panela durante el año, los intermediarios, son los que obtienen los mayores beneficios en toda la cadena productiva, este mercado se asemeja al oligopolio, dejando en desventaja a los productores durante la negociación ya que estos por sus características de acopiadores son los que imponen el precio de la panela, en la mayoría de las ocasiones sin tener en cuenta los costos de producción, los productores de panela con recursos limitados manifiestan poder interactuar con compradores mayoristas pero esto implica asumir los costos de transporte (Orjuela & Chavarrio, 2011), para Competencia (2012) también en este grupo se encuentran a plazas mayoristas, las plazas satélite. Los precios los impone el mercado y en eso están de acuerdo todos los actores de la cadena, estos fijados teniendo en cuenta las operaciones logísticas y factores como: el color de la panela, el buen estado del producto y del embalaje al igual que el peso, en algunos casos los comerciantes se ponen de acuerdo para fijar el precio para alguna presentación en específico de panela (Orjuela & Chavarrio, 2011). Flórez (2013) afirma que en este eslabón se presentan oportunidades de generar asociaciones entre productores con el fin de crear canales directos entre los productores y los comercializadores minoristas, eliminando los factores de intermediación. Al construir este tipo de esquemas se lograría comercializar la panela directamente con los supermercados y la industria de alimentos. También expresa: que el canal

tradicional sigue siendo el que controla los mayores volúmenes de venta y que se limita por la falta de integración entre los productores y los comercializadores mayoristas.

Los encargados de hacer llegar al consumidor final el producto son los distribuidores minoristas (Competencia, 2012). Este es el quinto eslabón de la cadena productiva y es integrado por los comercializadores que gracias a la naturaleza de sus negocios ponen a disposición de los consumidores finales la panela en cualquiera de sus presentaciones, en este eslabón se encuentran tiendas y locales de distribución de viveres, supermercados e hipermercados. Este eslabón de la cadena productiva se caracteriza por ofrecer condiciones de comercialización estables, pero se limita en la medida que los proveedores son ilimitados, lo que acarrea la disparidad en el producto terminado, fluctuación en los precios, y variaciones en cuanto a la calidad del producto, este eslabón presenta oportunidades con productos a base de panela con valor agregado, como por ejemplo las panelas saborizadas, la panela orgánica, panela como endulzante en bebidas tradicionales, refrescos a base de panela, entre un sinnúmero de opciones que tiene la panela para adquirir la condición de un producto con valor agregado (Flórez, 2013).

Si bien ningún eslabón de la cadena es más importante que otro, si existen relaciones de dominación entre los diferentes actores de la cadena, pero en particular el eslabón dominante sin lugar a dudas es el que se denomina mayorista, los actores de este eslabón, tienen la capacidad de poner las reglas de la interacción con el productor, y este último se debe adecuar a dichas reglas por la simple necesidad de vender, en las relaciones de dominación en la cadena la peor parte de la llevan los productores que son los más sometidos a las fluctuaciones del mercado, estos últimos deben someterse a lo impuesto por el eslabón dominante. Otros actores de la cadena que se deben adecuar a las reglas impuestas por el mercado son los pequeños comerciantes o comerciantes al detal, estos se deben adecuar a las circunstancias de oferta impuestas por el mayorista o acopiador (Orjuela & Chavarrio, 2011).

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, se evidencia que el proceso de producción de panela se ve afectado, por las fluctuaciones del mercado, derivadas de las prácticas propias de los intermediarios o acopiadores que unánimemente, imponen los productos, la producción de panela como lo hemos visto a lo largo de esta recopilación bibliográfica en la que los diferentes autores concuerdan con que los precios de producción varían considerablemente dependiendo de factores como la tecnología empleada para los procesos de molienda y evaporación, así también varían dependiendo del tamaño del cultivo, del nivel de aprovechamiento de la capacidad instalada de los trapiches, también en este factor juega un papel importante la propiedad o no del trapiche, sin lugar a duda para los pequeños productores de panela no es un negocio rentable, en la medida que su capacidad de procesamiento no es alta, de este modo el procesamiento de caña de azúcar para obtención de panela o azúcar nos centrifugado es rentable para aquellos productores que por sus volúmenes de producción no dependen de la interacción con intermediarios por lo que estos pueden interactuar directamente con compradores que llevan directamente el producto al consumidor final.

Partiendo de lo anterior lo recomendable sería recurrir a la asociación de pequeños productores, con este se lograría la transformación de los procesos individuales caros y con márgenes pequeños y en ocasiones nulos, en procesos más organizados con mejoras tecnológicas, con costos de producción reducidos y con márgenes de utilidad mucho mayores, con la capacidad de negociación directa con los mayoristas y distribuidores, dejando de lado los intermediarios y no estar sujetos de manera directa a la fluctuación de los precios del mercado, claramente en un ecosistema donde los valores del kg de panela se cotizan con variaciones semana a semana dependiendo de la oferta, este tipo de asociaciones que incrementan la producción y disminuyen los costos asociados a esta, lograría tener una

especie de blindaje ante las constantes variaciones en los precios, ya que los precios en su mayoría son variables para el productor pero no para el consumidor final.

Afectación de la tecnología en los costos de producción

Entre los factores que determinan el costo de producción de la panela se encuentran principalmente los siguientes:

- Sembrar variedades de caña con mejor rendimiento y calidad.
- Mejora en la maquinaria en la etapa de molienda.
- Equipos de prelimpieza de jugo de caña para eliminar impurezas.
- Implementación de hornillas tipo Ward-CIMPA, las cuales tienen cámaras de combustión que permiten la utilización de uno de los residuos de la molienda, como lo es el bagazo.

Realizando un análisis de la adopción de tecnología en los procesos, según Rodríguez & Gottret (2010) los trapiches se podrían clasificar por niveles de 1 a 5 donde 1 hace referencia a los trapiches que más incorporación de las tecnologías propuestas presentan; mientras que el nivel 5 se refiere a aquellos trapiches que no adoptaron las nuevas tecnologías. La relación antes descrita se presenta en la tabla 7.

Tabla 7

Niveles tecnológicos de los trapiches en la hoya del río Suarez

Tecnología adoptada	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Dos molinos en serie	X				
Hornilla tipo Ward	X	X			
Paila molotera	X	X	X		
Pre-limpiador con más de una tabla retenedora	X	X	X	X	
% de unidades / % de producción	2 / 6,3	3.9 / 7.5	16.7 / 22.6	53.1 / 45.3	23.4 / 18.3

Fuente: Rodríguez & Gottret (2010).

Nota. La tabla describe para cada nivel la tecnología empleada en los trapiches.

Los datos aportados por Rodríguez & Gottret (2010), en su comparación de los trapiches clasificándolos por niveles, es comparable a lo expuesto por Ruge R & Pérez H (2017), donde se afirma que en la región del la hoya del río Suarez solo el 2% de los trapiches cuentan con tecnologías que permitan maximizar los rendimientos y la minimización de los costos, de igual forma, se expone que dentro de los trapiches que fueron objeto del estudio solo uno cuenta con procesos impulsados por vapor de agua obtenido por medio de una caldera que aprovecha los subproductos de molienda como combustible para la operación.

Gracias a la incorporación de las tecnologías a las que se refiere Rodríguez & Gottret (2010), se pueden comparar los rendimientos de los trapiches que adoptaron las mejoras tecnológicas frente a los que no, dependiendo de cada nivel. En la tabla 8 se presenta una comparación económica, teniendo en cuenta la tecnificación de los trapiches agrupados según los niveles detallados anteriormente.

Tabla 8

Impacto económico de la tecnología panelera al nivel de unidades finca trapiche en la hoya del río Suarez

Concepto	Nivel de tecnología				
	1	2	3	4	5
Factor de conversión de caña a panela (%)	11.5	12.2	12.1	10.4	10.9
Producción de panela (t/ha)	16.3	13.1	11.8	8.5	6.9
Costo de producción (\$/t de panela)	357.105	415.381	458.159	490.156	564.319
% mano de obra	59.1	70.7	67.4	66.3	67.4
% insumos	21.0	14.1	18.5	20.0	21.9
% de capital	19.9	15.8	14.1	13.7	10.6
Beneficio total (\$/ t de panela)	392.895	334.619	291.841	259.844	185.681
Rentabilidad neta (%)	104.0	75.4	59.0	48.6	29.1
Beneficio debido al cambio tecnológico (\$ / t de panela)	207.214	148.938	106.160	74.163	0

Fuente: Rodríguez & Gottret (2010).

Nota. La tabla relaciona la diferencia en capacidad de producción entre los trapiches dependiendo del nivel tecnológico.

Este tipo de investigaciones y transferencias tecnológicas le permitieron a la hoya del río Suarez, obtener una notoria ventaja frente a las demás regiones productoras del país, es claro que al adaptar estas tecnologías al proceso de producción panelero se logra mejorar considerablemente las utilidades. Dependiendo del nivel tecnológico del trapiche se puede maximizar la utilidad llegando a obtener más del 100%. Aunque la adopción de nuevas tecnologías para procesos de tradición como el de la fabricación de panela son bastante complejas debido a la negativa de los campesinos de cambiar su forma ancestral de trabajo, las reglamentaciones gubernamentales, que se expiden y controlan a través del INVIMA han

obligado de cierta manera a los exponentes de la fabricación de panela a modernizar sus procesos, a adecuar los trapiches y a adoptar las tecnologías que se describen anteriormente, si bien no se ha logrado la implementación de procesos a vapor, se han introducido las mejoras, en los prelimpiadores, en la hornilla, en la paila y en los molinos, de igual forma se han adecuado los espacios de producción para cumplir con los requerimientos de la resolución 779 de 2006 (INVIMA, 2006). Para el caso de la segunda región productora es decir Cundinamarca se evidencia la misma tendencia a la baja tecnificación contando esta región con rendimientos por hectárea de aproximadamente 5,21 toneladas, (Ibarra, 2019), esta zona del país se caracteriza por ser reconocida al igual que la hoya del río Suárez como una de las de mayor producción de panela en Colombia, pero en Cundinamarca esta producción es en su mayoría es para el consumo de cada unidad productiva, la baja tecnificación del producto al igual que la poca renovación de los cultivos hacen del proceso productivo en la región uno de los más costosos teniendo en cuenta los costos asociados a la alta cantidad de mano de obra que demanda la forma de producción (Gutierrez & Triviño, 2015).

Por otro lado en el departamento de Antioquia que se constituye como la tercera zona con mayor producción de panela en Colombia (Minagricultura, 2020), contando en su mayoría con unidades productivas de baja tecnificación, estas unidades productivas cuentan con capacidad de producción entre los 100 y 300 kg/h, pero para el caso de los pequeños productores la producción se ubica por debajo de los 50 kg/h (Cruz, Arias, Garces, Arboleda, & Martinez, 2020), contrario a lo que sucede en las regiones productoras de Boyacá y Santander, los trapiches o unidades productivas no cumplen a cabalidad los requerimientos de la resolución 779 de 2006 (INVIMA, 2006), debido a los procesos artesanales que son adoptados sin modificaciones en la mayoría de las unidades productivas en general la región cuenta con un rendimiento aproximado de 4,76 toneladas de panela por hectárea de caña cosechada (Ibarra, 2019).

Conclusiones

Los estudios consultados permiten evidenciar que la tecnificación de la producción de panela es un factor que está directamente relacionado con los rendimientos y a su vez con los costos del producto final, esta tecnificación al proceso se está implementando actualmente en la hoya del río Suárez, sin embargo, es posible que a nivel nacional la tecnificación de las unidades productivas aun sea baja.

En los últimos 20 años en Colombia, diferentes entidades y universidades como: FEDEPANELA, el CIMPA, el ICA, y universidades como la de Santander (UIS) y la Nacional (UNAL), han contribuido al desarrollo tecnológico de la producción panelera mejorando el rendimiento energético de los procesos. Beneficiando con esto a unidades productivas que basaban sus métodos de producción en enseñanzas ancestrales.

Los estudios demuestran que los problemas de comercialización están relacionados con el bajo desarrollo tecnológico en las unidades productivas, la falta de cumplimiento de las normas que regulan los parámetros básicos de calidad de la panela como la resolución 779 de 2006, ya que el mercado exige un producto que cumpla con los requerimientos mínimos de calidad.

Recomendaciones

Se recomienda tener en cuenta en próximas investigaciones el trabajo con la agrupación de pequeños productores, este tipo de agrupaciones deben tener la capacidad idealmente de implantar procesos industrializados empleando vapor en la producción de panela, y como fuente energética usar en el bagazo seco obtenido de la molienda de caña de azúcar pero analizando con más detenimiento la realidad de los productores colombianos, se debe incentivar la implementación de las mejoras tipo CIMPA descritas anteriormente, con la aplicación de por lo menos esta mejora en el proceso se obtendrían mejoras de hasta un 100% en los rendimientos del proceso aprovechando algunos de los subproductos como combustible. Adicionalmente los trapiches que se configuren a partir de las agrupaciones deben estar en la capacidad de cumplir con lo dispuesto por el INVIMA en la resolución 779 de 2006.

Usar el esquema asociativo para eliminar las barreras que existen entre el pequeño productor, y el cliente mayorista o el consumidor final, para lograr cumplir con los requerimientos de este tipo de clientes es necesario que los trapiches se configuren según el tipo tres descrito anteriormente.

Se recomienda tomar como punto de partida para próximas investigaciones: la ubicación y los tipos de cultivos con el fin de identificar las variedades con mejores rendimientos para una zona determinada, si se parte de este punto se pueden obtener los máximos rendimientos posibles y se mantendrán las características organolépticas del producto similares a lo largo del tiempo aportando esto a los estándares de calidad del producto.

En cuanto a los costos asociados al transporte tanto del cultivo al trapiche, como del trapiche al cliente mayorista, se recomienda realizar una evaluación de costos con el fin de determinar como estos afectan la utilidad neta obtenida del producto final.

El tipo de productos que se ofrezcan por parte de las asociaciones de pequeños productores, debe estar orientada a las tendencias del mercado, teniendo en cuenta que en la mayoría de mercados la panela pulverizada desplazo la panela de molde y los consumidores buscan consumir productos a base panela, ya que esta se percibe como un producto natural sustituto del azúcar.

Bibliográficas

- Agudelo, G., & Hernandez, A. (1999). Mejoramiento ambiental de los trapiches paneleros en el municipio de Cisneros diagnóstico y propuestas. Cisneros: secretaria de agricultura sede Cisneros.
<http://cia.corantioquia.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=3869>
- Asocaña. (2020). Balance sector azucarero colombiano 2000 - 2020. Asocaña.
<https://www.asocana.org/modules/documentos/5528.aspx>
- Baker, D. (2017). Ecological panela production in Honduras: A lighter footprint for non-centrifugal sugar. *Food science & technology* 1-18.
<https://www.cogentoa.com/article/10.1080/23311932.2017.1372684>
- Competencia, E. e. (2012). Estudios de mercado cadena productiva de la panela en Colombia: diagnóstico de libre competencia (2010-2012). Superintendencia de Industria y Comercio.
https://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Panela2012.pdf
- Cruz, C., Arias, F., Garcés, L., Arboleda, C., & Martínez, S. (2020). Análisis de la cadena de valor de la panela en el desarrollo local del departamento de Antioquia, Colombia. Medellín: sello editorial universitario Americana.
<https://americana.edu.co/medellin/wp-content/uploads/2020/11/RETOS-Y-DESAFI%CC%81OS-DEL-CRECIMIENTO-ECONO%CC%81MICO-completo.pdf#page=176>
- Fedepanela. (2009). abc de la panela. fedepanela.
<https://fedepanela.org.co/gremio/descargas/abc-de-la-panela/>
- Flórez M, D. H. (2013). Agenda prospectiva de investigación de la cadena productiva de la panela y su agroindustria. *Tecnura*, 17(36), 72-86.
<http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v17n36/v17n36a07.pdf>
- García B, H. R., Arbarracín C, L. C., Toscano L, A., Santana M, N. J., & Insuasty B, O. (2007). Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera.
<http://hdl.handle.net/20.500.12324/13454>
- García, G. A. (2015). La diversificación de productos de la panela en una finca productora de caña de azúcar. Universidad del Rosario.
<https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/11393/PLAN%20DE%20NEGOCIO%20DIVERSIFICACION%20PANELA.pdf;jsessionid=0E9F8BF99B02017BA5576E8EAC106CDA?sequence=1>
- García, H., Albarracín, L., Toscano, A., Insuasty, O., & Santana, N. (2007). Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
http://www.sipa.org.co/wp/?smd_process_download=1&download_id=7074
- Gil, S. A., & Espinosa, A. (2019). Evaluación de la potencia de un molino de martillos al procesar bagazo de caña de azúcar. *Revista de ciencias agrícolas*, 36, 93-108.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v36n1/2256-2273-rcia-36-01-00093.pdf>
- Guerrero Useda, M. E., & Escobar Guzmán, J. D. (2015). Eficiencia técnica de la producción de panela. *Revista de Tecnología | Journal of Technology*, 107 - 116.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6041583>
- Gutiérrez, A., & Triviño, I. (2015). Estudio de factibilidad para el incremento de la producción de panela en la finca " El Gran Pedregal", Pandi, Cundinamarca.

- Ibarra, R. (2019). Efecto tecnico, economico, social y ambiental, de la certificacion organica en la produccion de panela caso ASOPROPANOC (Cundinamarca). UNAL.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78107>
- INVIMA. (2006). Resolución 779. Bogotá: INVIMA.
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resolucion-779-de-2006.pdf>
- INVIMA. (4 de Junio de 2020). Establecimientos inscritos en trapiches paneleros.
<https://www.datos.gov.co/en/Salud-y-Proteccion-Social/ESTABLECIMIENTOS-INSCRITOS-EN-TRAPICHES-PANELEROS/54cv-n3xt>
- INVIMA. (2020). Quienes somos.
<https://www.invima.gov.co/web/guest/quienes-somos>
- Lagos B, E., & Castro R, E. (2019). Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *Agronomía Mesoamericana*, 30(3), 917-934.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212019000300917&script=sci_arttext
- Mendieta M, O. A., Nieves T, J. L., Valero M, E. R., Chaves G, A., & García B, H. R. (2011). Ahorro de combustible y energía en hornos usados para la elaboración de panela modificando el diseño de pailas abiertas. *Fuentes: El Reventón Energético*, 9(2), 53-61.
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistafuentes/article/view/2611>
- minagricultura. (2018). Cadena industrial de la panela. 1-15.
<https://sioc.minagricultura.gov.co/Panela/Documentos/2018-12-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Minagricultura. (2020). Cadena agroindustrial de la panela. 1-24.
<https://sioc.minagricultura.gov.co/Panela/Documentos/2020-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). Así es la oferta agropecuaria exportable de Colombia que conquistó Expo Milano 2015.
<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/As%C3%AD-es-la-oferta-agropecuaria-exportable.aspx>
- Mosquera, S. A., Carrera, J. E., & Villada, H. S. (2007). Variables que afectan la calidad de la panela procesada en el departamento del cauca. *Facultad de ciencias agropecuarias*, 71-27.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117629>
- Nuñez O, L. C., & Quintero A, J. A. (2020). Estrategia tecnológica en la etapa de la molienda de producción de panela de los pequeños productores de la Hoya del Río Suárez. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/25706/Nu%c3%b1ezOchoaLaurCamila2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ordoñez-Díaz, M. M., & Rueda-Quiñónez, L. V. (2017). Evaluación de los impactos socioambientales asociados a la producción de panela en Santander (Colombia). *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 18(2), 379-396.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-87062017000200379&script=sci_abstract&lng=pt
- Orjuela, J., & Chavarrio, I. (2011). Caracterización de la cadena de abastecimiento de Panela para la provincia de Bajo Magdalena – Cundinamarca. *Ingeniería*, 107-124.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4797251>
- Osorio, G. (2007). Manual tecnico buenas practicas agricolas -BPA- y buenas practicas de manufactura -BPM-. CORPOICA, Gobernación de Antioquia y FAO, 1-202.
<http://www.fao.org/3/a1525s/a1525s00.pdf>
- Parra Macias, C. (2016). Pequeños y medianos productores apoyados en una herramienta informática.
<http://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2016/1sin/10.pdf>

- Prada Forero, L. E., Sánchez Castro, Z., García Bernal, H. R., & Rojas Ávila, H. S. (2012). Hornillas paneleras Ward-Cimpa: validación de los modelos matemáticos de diseño Corpoica-UiS. *Revista Fuentes: El Reventón Energético*, 61 - 69.
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistafuentes/article/view/3337>
- Ramirez, A., & Arenas, L. X. (2016). Tipificación técnica y socioeconómica de trapiches paneleros en el municipio de Ocamonte, Santander: una aplicación de análisis multivariado. *Lebret*, 243-261.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6069566>
- Ramirez, J., Insuasty, O., & Murcia, M. (2014). Variedades de caña de azúcar empleadas para la agroindustria panelera de Colombia. *Borbosa: Corpoica*.
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12621/74247_65666.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rocero C, E. M. (2011). Diagnóstico en la producción, transformación y comercialización de panela en cabildos indígenas nasa del norte del cauca, ante la vigencia y aplicación de la resolución 779 de 2006.
<http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/diagnostico-en-la-produccion-transformacion-y-comercializacion-de-panela-en-cabildos-indigenas-nasa-del-norte-del-ca.pdf>
- Rodriguez, G., Garcia, H., Roa, Z., & Santacoloma, P. (2004). Producción de panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina. Roma: FAO.
http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/ags/publications/AGSF_WD6s.pdf
- Ruge R, I. A., & Pérez H, W. J. (2017). Diagnóstico tecnológico del uso de dispositivos programables en la industria boyacense. Caso de estudio: cadena agroindustrial de la panela. *Tecnura*, 52, 130-147.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-921X2017000200010&script=sci_abstract&tlng=en
- Ubaque Gonzalez, L. L. (2013). Gestión en la producción panelera, municipio de villeta, cundinamarca. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12385/UbaqueGonzalezLuzLia2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velasquez, H., Agudelo, A., & Alvarez, J. (2005). Mejorando la producción de panela en Colombia. *LEISA*, 32-35. <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol21n1.pdf>
- Vera Gutierrez, T. C. (2016). Efecto de la tecnología de procesamiento y variedad de caña sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de la panela.: Universidad de la Salle.
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/39/