

# EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA PANELA EN EL SECTOR DE LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ, EN COLOMBIA

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL ASPECTS IN THE SUPPLY CHAIN OF RAW CANE SUGAR IN LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ IN COLOMBIA.

Nohra Milena López Sánchez \*

Francy Tatiana Moreno Duarte \*\*

Laura Daniela Castro Moreno\*\*\*

María Paula Zárate Grandas\*\*\*\*

## RESUMEN

La panela es uno de los productos de la canasta familiar colombiana de gran tradición, ya que es un alimento natural que se caracteriza por su elevado nivel endulzante y su valor nutricional. Además de los beneficios alimenticios que aporta, la industria panelera es gran generadora de empleo para muchas familias campesinas, logrando así una importante participación en la economía agrícola del país.

En el territorio nacional, la fabricación de la panela se lleva a cabo principalmente en trapiches artesanales dejando de lado la introducción de tecnología. Esta investigación se realizó con el fin de evaluar los aspectos ambientales en la cadena de suministro de la panela en el sector de la hoya del río Suárez, en Colombia.

Para dar cumplimiento al objetivo de dicha investigación se caracterizó la cadena de abastecimiento de este importante producto desde su proceso de fabricación hasta la entrega final del producto; se identificaron los impactos negativos en el ambiente, causados principalmente por los vertimientos de líquidos y la operación de combustión ocasionada en las etapas de clarificación, evaporación y concentración, que se realizan en la hornilla; se tomó como objeto de estudio el sector conocido como la hoya

del río Suárez, el cual es comprendido por 13 municipios, ubicados entre los departamentos de Santander y Boyacá, ya que este territorio es el principal productor de panela en el país, en el cual se pueden implementar prácticas ecoamigables, que ayuden con un desarrollo sostenible y una conservación del medio ambiente, se empleó para evaluar los impactos ambientales de la producción de la panela la Matriz de Leopold a partir de datos tomados in situ en empresas paneleras del sector de la hoya del Río Suárez, en Colombia.

Palabras clave: panela, impactos ambientales, cadena de suministro verde.

## ABSTRACT

The Panela is one of the products of the Colombian family basket of great tradition since it is a natural food that is characterized by its high level of sweetening and its nutritional value. In addition to the benefits it brings, the panela industry is a great generator of employment for many peasant families, thus achieving an important participation in the agricultural economy of the country.

In the national territory, the production of panela is carried out mainly in craft mills, leaving aside the introduction of technology. This research was carried out in order to evaluate environmental aspects in the panela supply chain in the sector of the basin of the Suárez River in Colombia.

In order to comply with the objective of this research, the supply chain of this important product was characterized from its manufacturing process to the final delivery of the product. Negative impacts on the environment were identified, mainly caused by liquid discharges and the operation of combustion caused in the stages of clarification, evaporation and concentration that are made in the burner, took as object of study the sector known as the Hoya del Río Suárez which is comprised by 13 municipalities located between the departments of Santander and Boyacá, and that this territory is the main producer of panela in the country,

in which eco-friendly practices can be implemented that help with sustainable development and conservation of the environment, was used to evaluate the environmental impacts of panela production. Leopold's matrix based on data taken on the spot in panela companies of the sector of the basin of the Suárez River in Colombia.

Key words: panela, environmental impacts, green supply chain.

Código JEL: Q56

Fecha de recepción: 04 diciembre 2018

Fecha de aceptación: 15 abril 2019

---

\*PhD (c) Administración. Magíster en Docencia. Especialista en Planeación educativa. Ingeniero Industrial. Docente Investigador de la Universidad Católica de Colombia. Gestora empresarial de la Secretaría de Desarrollo Económico. Bogotá, Colombia. Teléfono móvil: (57) 3013351140. Correo electrónico: ingnohralopez@gmail.com, nmlopez@ucatolica.edu.co .

\*\*Magíster en Ingeniería Industrial. Ingeniero Industrial. Docente de la Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia. Teléfono móvil: (57) 3105810679. Correo electrónico: tatianamorenod@gmail.com, ftmoreno@ucatolica.edu.co.

\*\*\*Estudiante de noveno semestre de la Universidad Católica de Colombia del programa de Ingeniería Industrial. Bogotá, Colombia. Teléfono móvil: (57) 310 6293276. Correo electrónico: Idcastro09@ucatolica.edu.co.

\*\*\*\*Estudiante de noveno semestre de la Universidad Católica de Colombia del programa de Ingeniería Industrial. Bogotá, Colombia. Teléfono móvil: (57) 304 6646020. Correo electrónico: mpzarate29@ucatolica.edu.co.

## 1. INTRODUCCIÓN

La panela se caracteriza por ser uno de los alimentos preferidos y representativos del pueblo colombiano. Además, es utilizada por muchos campesinos como principal fuente de energía para realizar sus duras labores, ya que tiene un valor nutritivo elevado, cuestión que le entrega una ventaja competitiva frente a productos similares.

Rodríguez (2002) señala que La panela es uno de los productos de mayor importancia en la economía agrícola de la nación no sólo por el área destinada al cultivo de la caña y la participación en el PIB agrícola, sino también por la importancia social traducida en la participación en el empleo rural generado y en la fuente de ingresos para más de 70.000 familias campesinas (García, 2003, p. 1).

La industria panelera se ha desarrollado en Colombia a través de empresas tipo familiar y la elaboración de este alimento se lleva a cabo en trapiches movidos por fuerza mecánica, los cuales son compuestos por tres rodillos que prensan la caña de azúcar, extrayendo el jugo, para posteriormente realizar una evaporación que lleva a la obtención de la panela. El proceso es similar en todas las zonas y la técnica empleada no ha variado mucho desde comienzos de la industria en el siglo XVI (Borray & Gottret, 2000). En este artículo se enseñan los pasos generales que tradicionalmente siguen los trapicheros (término utilizado para llamar coloquialmente a los productores de panela), con el fin de identificar y analizar los impactos ambientales que se producen.

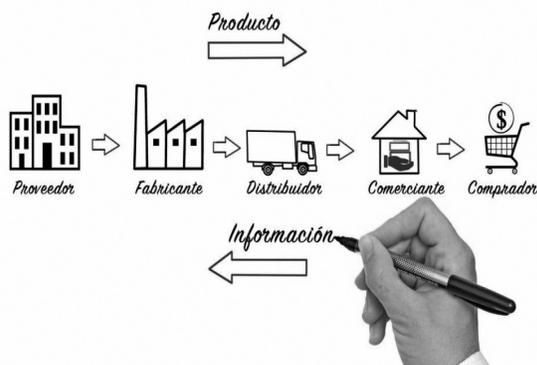
Se sabe que en las últimas décadas las preocupaciones ecológicas han sido gradualmente consideradas por parte de los gobiernos, las personas, las industrias y los investigadores. Por dicha razón se buscarán posibles mejoras que lleven a una cadena de suministro verde (GSCM), la cual sea integrada abarcando proveedores de materias primas, fabricantes y usuarios finales en el sector de la hoya del río Suárez, ya que esta es una región

que abarca aproximadamente 300 cultivos de caña, comprendidos en 13 municipios de los departamentos de Santander y Boyacá. Adicionalmente esta es la principal región productora de panela en Colombia, aportando a la producción nacional cerca del 32% del total reportado (Ramírez Durán, 2014).

## 2. ANTECEDENTES

Es de gran menester tener claridad en el concepto de cadena de suministro, como lo afirma Ronald H. Ballou en su libro *Logística administración de la cadena de suministro*, donde se refiere a esta como “un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor” (Ballou, 2004, p. 7). Adicionalmente, menciona que “Dado que las fuentes de materias primas, las fábricas y los puntos de ventas normalmente no están ubicados en los mismos lugares y el canal de flujo representa una secuencia de pasos de manufactura, las actividades de logística se repiten muchas veces antes de que un producto llegue a su lugar de mercado” (Ballou, 2004, p. 7). Entonces el concepto de cadena de suministro se puede entender como la secuencia de pasos que se repiten directa o indirectamente para satisfacer la necesidad de un consumidor, estos pasos involucran proveedores, centros de distribución, almacenes, al cliente final, transporte y demás procesos necesarios.

Imagen 1. Cadena de suministro



Fuente: José Claudio Treviño y Argenis Bauza (2017). Imágenes de Google.

Teniendo en cuenta que actualmente la problemática ambiental es un tema de interés global, se busca poder realizar cadenas de suministro verdes, y es por eso que se han realizado varios intentos para evaluar y priorizar las prácticas relacionadas; sin embargo, estudios previos prestaron mayor atención en el nivel operacional que en un nivel estratégico para la toma de decisiones. Con el fin de desarrollar una cadena de suministro verde estratégica, se deben considerar los factores que influyen en las iniciativas ecoamigables, y deben tenerse en cuenta al planificar la implementación de programas de mejora ambiental. Para estudiar los factores de decisión en la priorización estratégica de las iniciativas de la cadena de suministro verde, existen teorías que ayudan a explicar los comportamientos determinados en el interés que tienen las empresas al adoptar estrategias ambientales.

La primera es la teoría institucional, en la que se dice que después de realizar estudios previos se encuentra relación entre las influencias de las partes interesadas externas y el grado en que las empresas implementan prácticas relacionadas con el medioambiente. Sobre la base de esta teoría, las presiones de los actores externos hacen que las empresas realicen cambios institucionales, existen cuatro presiones institucionales principales que impulsan a las empresas a mejorar su desempeño ambiental: presiones regulatorias, las

presiones de los clientes, las presiones de la competencia y las presiones de la sociedad.

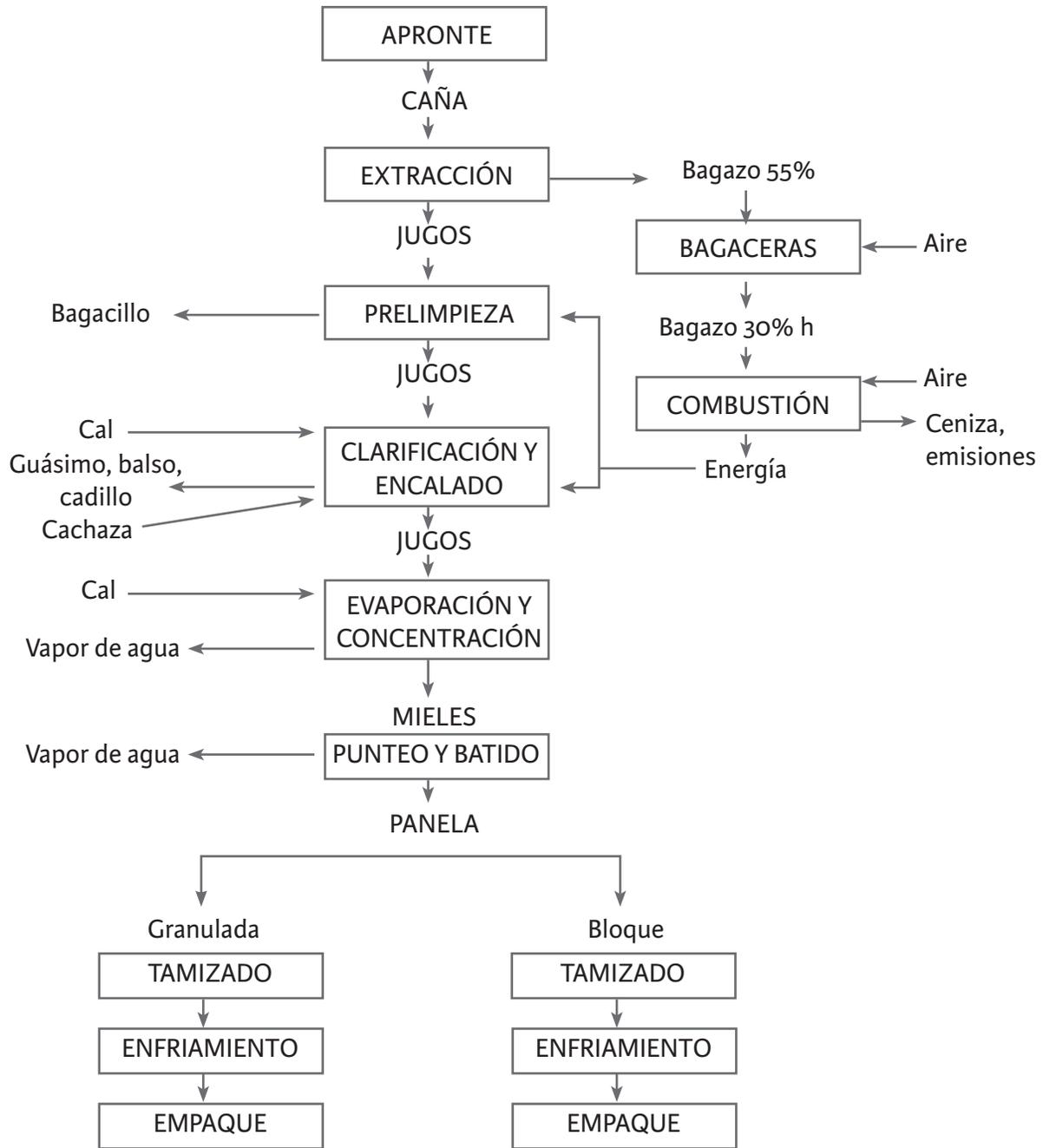
La segunda teoría consiste en la visión basada en recursos naturales (NRBV), que es una interpretación ampliada de la visión basada en recursos (RBV), la cual relaciona los recursos claves de una empresa y las ventajas competitivas, en relación con el desempeño ambiental, como resultado de la adopción de las estrategias verdes. Las estrategias verdes introducidas en el NRBV incluyen la prevención de la contaminación, la administración del producto y la tecnología limpia (S. Maryam Masoumik, 2015).

## Caracterización de la cadena de suministro de la panela

### Proceso de producción

Durante varios años en Colombia el proceso de elaboración de la panela se ha realizado de una manera artesanal y se ha transmitido de generación en generación. Antes de hablar del proceso de fabricación de la panela, se debe tener en cuenta que para iniciarlo hay actividades previas que permiten la fabricación, como la preparación del terreno, actividad que consiste en arar la tierra para, posteriormente, realizar el proceso de siembra de la caña, en donde se debe fumigar y abonar la tierra. Una vez culminadas estas actividades se debe esperar entre 16 y 18 meses para realizar el proceso de corte de la caña. El proceso de fabricación de panela se muestra a continuación.

**Figura 1.** Proceso tecnológico producción de panela



Fuente: Pérez (2014).

**Apronte:** se realiza con el fin de tener cercanía de la materia prima; es decir, la caña de azúcar. Inicia desde el proceso de corte y abarca el alcance, transporte de la caña desde el cultivo hasta el molino, el cual es realizado por mulas, y el apilamiento de las cañas. Este proceso termina cuando los paneleros almacenan la caña en un espacio dentro de los trapiches, el cual es recomendable que cuente con algunas características determinadas, como tener suelo de cemento u hormigón y estar en la parte alta del trapiche; de esta manera, el transporte del jugo de la caña hacia los fondos o pailas es más sencillo por efecto de la gravedad.

**Molienda (extracción de jugos):** la caña se somete a compresión en los rodillos o mazas del molino, lo que provoca que los jugos del tallo de la caña salgan. El producto final de esta fase es el jugo crudo y el bagazo; el primero es la materia prima, que se destina a la producción de panela, mientras que el segundo se emplea como material de combustible para la hornilla posterior al secado (García, 2015).

**Limpieza de los jugos:** por medios físicos –como la flotación– se retiran todas las impurezas con las que sale el jugo de caña del molino, principalmente la cachaza y las partículas del bagazo. Este proceso es manual, los residuos se utilizan más adelante para convertirse en abono orgánico. El Centro de Investigaciones para el Mejoramiento de la Panela (CIMPA) diseñó unos pre limpiadores que retienen las impurezas del jugo de la caña y facilitan esta tarea.

**Clarificación:** cuando ya se ha hecho una limpieza previa del jugo posteriormente pasa a los calderos y se inicia cuando el jugo los llena a temperatura ambiente, finalizando cuando se alcanza un punto de ebullición. Para la clarificación se agregan agentes floculantes que permiten la aglutinación de impurezas en la superficie, dichas impurezas son retiradas y se acumulan para convertirse en un alimento nutritivo para los animales, conocido como melaza.

**Evaporación y concentración:** terminada la clarificación, se da inicio a la evaporación del agua, lo cual provoca un aumento en la concentración de azúcares en los jugos.

La eficiencia térmica de la hornilla, y su efecto sobre los jugos, se encuentran dentro del conjunto de factores que influyen en la cantidad de panela. Cuando los jugos alcanzan un contenido de sólidos solubles cercano al 70° Brix adquieren el nombre de mieles, y se inicia la 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 el moldeo de la panela entre 120 y 125 °C. La eficiencia térmica de la hornilla tiene su repercusión en la calidad del producto (Osorio, 2007, p. 117).

**Batido:** una vez que las mieles han alcanzado el punto de panela y se han retirado de la hornilla son agitadas fuertemente entre 10 minutos y 15 minutos para cambiar su textura y de esta manera reducir su capacidad de adherencia. Con este proceso el producto se aclara y se seca.

**Moldeo y enfriamiento:** en este punto es donde se da la forma final a la panela, de acuerdo con el molde en el que se viertan las mieles. Una vez que la panela se ha enfriado y ha adquirido su forma definitiva, se retira de los moldes.

**Empaque:** la panela es un producto higroscópico; por lo tanto, los materiales plásticos termoencogibles y las láminas de aluminio plastificado son ideales para almacenarla durante largos periodos, sin que se modifiquen sus características organolépticas. La panela en bloques se puede empacar en costales, cartón y plástico termoencogible. El más recomendado es el cartón, pues cumple con la misión de aislar el producto, evitando que absorba humedad y, además, es reciclable (Osorio, 2007).

A la panela pulverizada se recomienda empacarla en bolsas de polipropileno biorientado (Pérez, 2014). En la hoya del río Suárez se tiene como costumbre empacar la panela en cajas de cartón, sin ningún tipo de empaque individual.

**Almacenamiento:** se realiza en dos formas: la principal es en bodegas externas, las cuales se encuentran fuera del trapiche, y son creadas únicamente para esta labor, en ellas se apilan las cajas que contienen el producto terminado como se muestra en la Imagen 7. El segundo método es en la enramada, entendiéndose esta como el lugar en donde se lleva a cabo la producción de panela, compuesto por el molino, las pailas, el horno, las pilas de caña de azúcar cortadas y el bagazo; este no es tan común ya que la panela queda expuesta a condiciones ambientales, lo que afecta la calidad del producto. El periodo de almacenamiento promedio es de 5 días (Castro y Colmenares, 2011).

**Transporte:** en la cadena de suministro de la panela el transporte se realiza en dos momentos diferentes. El primero se basa en el desplazamiento de la caña desde la zona de corte hasta el molino, donde es apilada. Este desplazamiento se realiza por medio de tracción animal, se utilizan mulas de carga. Ya cuando el producto está terminado, es dirigido hacia la bodega de los compradores paneleros, los cuales se encargan de su comercialización; este se realiza en camiones de estacas, con una capacidad promedio de 6 toneladas.

En la mayoría de los casos, existen carreteras de primer nivel en estado regular y carreteras de segundo y tercer nivel deficientes. Los intermediarios realizan contratación del servicio de transporte pequeño para llevarla a lugares cercanos en el municipio o en la región, mientras que los comercializadores mayoristas por lo general tienen vehículos propios de gran capacidad y la llevan a destinos más lejanos. En el 70% de los casos el comercializador es dueño del vehículo de transporte (Castro y Colmenares, 2011).

**Comercialización:** la mayoría de los agricultores realiza transacciones comerciales con la misma persona (65,78%), sin acudir a nuevos comercializadores, tendencia que responde a la tradición socioeconómica de la zona de influencia y objeto de estudio. El sitio de comercialización depende de la zona geográfica a la cual pertenezca el productor.

El proceso de comercialización de panela está caracterizado por la similitud en las condiciones de negociación adoptada por los comerciantes que operan en la zona, independiente del volumen de producto que cada uno maneje. Los comercializadores son determinantes e influyen directamente en el encadenamiento operativo de la cadena, dirigen el flujo del mercado a nivel municipal, provincial, departamental y/o nacional.

Los comercializadores perciben los mayores márgenes de ganancia en la cadena, el eslabón presenta características de oligopolio, puesto que son muy amplias las barreras para el ingreso de nuevos comercializadores y es difícil el acceso para otras personas, pues tradicionalmente las compras las hacen a los mismos productores. La producción de panela está orientada al mercado, lo que hace que los comercializadores generalmente sean los que impongan los precios de carga de producto dejando al productor vulnerable en la negociación. En un mismo municipio se establecen precios similares dependiendo el tipo de presentación.

Este eslabón tiene entre sus funciones comprar, transportar —en muchos casos— y vender en diferentes plazas a nivel nacional y/o regional, generalmente con vehículo propio y con mercados de venta establecidos en otras ciudades o municipios según particularidades de calidad, empaque y presentación del producto.

**Comunicación y formas de pago:** la totalidad de los comercializadores e intermediarios aclara que por tradición la forma más común y acertada de comunicación con sus clientes es el contacto directo, o por teléfono celular, para establecer negocios y eventualidades.

La forma de pago más común es contra entrega. Se evidencia relaciones similares con su proveedor, pero diversas en operaciones finales con el distribuidor. Los diferentes actores del eslabón comercialización, por lo general pagan en efectivo, dependiendo de si el negocio se hizo contra entrega o a crédito. En esta última modalidad, el plazo difiere del comercializador según los volúmenes pactados en la transacción, que generalmente se dan de 8 a 30 días.

**Fijación de precio:** los productores de panela afirman que el precio de sus productos es fijado principalmente por el mercado, y teniendo en cuenta las operaciones logísticas involucradas en el proceso. Los factores que incurren en el precio son el tono de la panela, el buen estado tanto del producto como la caja de embalaje y el peso. Cabe anotar que algunos comerciantes se ponen de acuerdo para pagar el mismo precio a los agricultores por carga de panela, según el tipo de presentación (Castro y Colmenares, 2011).

## Sector de la hoya del río Suárez

La región geográfica que se va a estudiar es la hoya del río Suárez, donde la producción de bocadillo y panela representa la principal actividad económica del sector.

Esta actividad involucra a 13 municipios y ha sido la fuente de sostenibilidad de muchas familias desde hace más de tres generaciones. Actualmente hay 128 fábricas de bocadillo y más de 1.276 trapiches –plantas productoras de panela– que le agregan valor a las 14.000 y 46.000 hectáreas de guayaba y caña, respectivamente, sembradas en la región (Leguizamon y Yepes, 2014, p. 163).

En una encuesta realizada en el 2012 por la Federación Nacional de Paneleros (Fedepanela), donde la población objeto de estudio fue la hoya del río Suárez, y en la cual se tuvieron en cuenta referentes como la agenda prospectiva de investigación y desarrollo

tecnológico para la cadena productiva de la panela y su agroindustria en Colombia, se concluyó que es uno de los sectores con mayores volúmenes de producción panelera, entre los departamentos de Santander y Boyacá (Leguizamon Sierra y Yepes Gonzalez, 2014).

**Tabla 1.** Hoya del río Suárez. Incoder 2012

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	ÁREA (ha)	% ÁREA
Boyacá	Chitaraque	14.738	7,6
Boyacá	Moniquirá	21.075	10,9
Boyacá	San José de Pare	7.348	3,8
Boyacá	Santana	6.962	3,6
Santander	Togui	10.807	5,6
Santander	Barbosa	4.505	2,3
Santander	Chipatá	9.537	4,9
Santander	Guavatá	7.817	4
Santander	Güepsa	2.769	1,4
Santander	Puente Nacional	25.589	13,2
Santander	San Benito	5.411	2,8
Santander	Suaita	27.983	14,5
Santander	Vélez	48.655	25,2
Total general	-	193.198	100

Fuente: Leguizamón Sierra y Yepes González (2014)

El perfil fisiográfico del área de desarrollo rural de la hoya del río Suárez está conformado por un paisaje montañoso que cubre un área de 134.551 hectáreas, alrededor del 70% del área de la zona, lo que permite el desarrollo de ciertos cultivos transitorios bajo esquemas semiintensivos, los cuales se concentran principalmente en los municipios de Moniquirá, Santana, San José de Pare, Chitaraque y Togui.

De acuerdo con las cifras de producción de panela del presente año, Cundinamarca se ubica como el segundo departamento productor, después de Santander, según se lo confirmó el gerente general de Fedepanela, Leonardo Ariza, a la secretaria de Agricultura del departamento Constanza Ramos (El Nuevo Siglo, 2012, p. 1).

### Mercado panelero en el mundo

Colombia en el mundo a nivel de producción, se encuentra en el segundo lugar, con una participación del 14% en la producción mundial sin embargo, es el primer consumidor per/cápita, por lo que este sector representa un eslabón importante en la economía agropecuaria Colombiana. Se espera que durante el 2018 la producción en Colombia aumente un 17% respecto al año anterior (Minagricultura, 2018).

**Imagen 2.** Mapa región de la hoya del río Suárez



Fuente: Manrique (2007)

**tabla 2.** Producción mundial

PRODUCCIÓN MUNDIAL (Ton)								
	MUNDO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018*
1	INDIA	5.570	5.100	4.859	5.571	6.753	6.484	7.235
2	COLOMBIA	1.253	1.330	1.387	1.977	1.456	1.529	1.787
3	PAKISTAN	469	433	396	465	566	542	607
4	CHINA	359	330	307	357	434	416	465
5	BRASIL	344	316	294	342	416	399	446
6	OTROS	1.137	1.044	984	1.135	1.377	1.322	1.476
TOTAL		9.132	8.554	8.227	9.849	11.002	10.692	12.016

Fuente: Minagricultura (2018)

### Aspectos ambientales en la producción de la panela

La agroindustria de la panela tiene efecto sobre los diferentes componentes ambientales: biológicos, físicos y culturales; no obstante, el más afectado es el físico, en especial el componente aire, debido al volumen de gases provenientes de la combustión que son emitidos a la atmósfera. Aunque no se dispone de estudios preliminares sobre el impacto que esta agroindustria causa al medio ambiente, es evidente que los mayores efectos son recibidos por el componente atmosférico (García, 2003, p. 1).

**Consumo de agua:** el mantenimiento de las condiciones higiénicas y sanitarias en las plantas productoras de panela, demanda un volumen considerable de agua en operaciones de lavado y limpieza de instalaciones y equipos, que generan vertimientos líquidos.

**Consumo de energía:** para el funcionamiento de los equipos de la molienda, específicamente de los molinos y hornillas paneleras, por lo general se utilizan los combustibles y la energía eléctrica.

**Vertimientos líquidos:** las operaciones de los trapiches que consumen agua, generan vertimientos líquidos que se mezclan en un sistema único de drenaje de aguas residuales (García y Pinzón, 2011).

**Emisiones atmosféricas:** se realizan en las etapas de clarificación, evaporación y concentración que se hacen en la hornilla, donde se concentra el valor necesario para evaporar más del 90% del agua del jugo. Las emisiones también se producen durante la combustión incompleta del bagazo húmedo en la hornilla. Además de bagazo, se utiliza una serie de combustibles auxiliares, tales como leña, carbón mineral, los cuales producen graves problemas de contaminación que ocasionan consecuencias negativas en el medio ambiente y en la salud humana, debido a la emisión de gases tóxicos como monóxido y dióxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y vapor de agua.

**Deforestación:** la leña cortada nunca se repone, lo que produce deforestación de las zonas aledañas al trapiche. **Contaminación térmica:** originada por la evaporación del agua en las pailas durante el proceso de fabricación de la panela. Esto representa una gran pérdida de energía que podría ser utilizada para el precalentamiento de los jugos o en el secado del bagazo, y disminuiría el consumo de combustible. Al respecto, casi todas las hornillas son de tipo tradicional, que corresponden al menor grado de aprovechamiento energético, característico de su desarrollo empírico (Buenas prácticas de manufactura, Cadavid, 2007).

### 3. METODOLOGÍA

El municipio de San Benito está ubicado al suroccidente del departamento de Santander, Colombia. Tiene una extensión de 67 km<sup>2</sup> y está compuesto por nueve veredas (Centro, Chinchamato, Guanomo, Hatos, Junco, Juntas, Novilleros, San Lorenzo y Zaque). Hace parte de la provincia de Vélez, la altitud de su cabecera municipal está a 1.200 m sobre el nivel del mar y cuenta con una temperatura media de entre 18 y 24 °C. Los límites de su jurisdicción son: por el norte los municipios de Aguada y Guadalupe, por el sur con el municipio de Güepesa, por el oriente con el municipio de Suaita y el departamento de Boyacá y por el occidente con el municipio de La Paz (Alcaldía Municipio San Benito Santander, 2016). Para la elaboración de este artículo se realizó una visita durante los días 9 y 10 de septiembre de 2017 a la finca Santa Bárbara, la cual está ubicada en la vereda Hatos del municipio de San Benito, Santander.

Visita en la cual se pudo observar con detenimiento el proceso de fabricación de la panela y se logró identificar las actividades que producen impactos ambientales negativos, buscando posibles mejoras ecoamigables.

Después de la visita se realizó una lluvia de ideas, con el fin de identificar las actividades que se realizan en la cadena de suministro de la panela y los impactos ambientales que esta produce. Con la ayuda de esta se inició con la elaboración de una matriz de doble entrada, también conocida como matriz de Leopold, la cual consiste en un método cualitativo para evaluar impactos ambientales. Los valores que se le dieron a esta se basan en los resultados observados durante la visita.

En la matriz se ubicaron las actividades que se realizan de forma horizontal, las cuales están segmentadas en actividades de campo, actividades de beneficio o poscosecha y otras operaciones; y verticalmente se encuentran los impactos ambientales, que también están divididos según el tipo de recurso natural afectado, en este caso son suelo, aire, agua, flora y fauna y el recurso humano. Los valores asignados están divididos por una diagonal, donde los superiores se refieren a la

magnitud del impacto ambiental el cual puede tomar valores positivos (+), si este es benéfico, o ser negativo (-) si el impacto es decreciente; los números ubicados en la parte inferior se refieren a la importancia que se le da a cada impacto ambiental, este valor siempre va a ser positivo. En los dos casos se utilizó una escala del 1 al 10, donde 10 es el valor máximo y 1 el valor mínimo, el 0 no se acepta.

#### 4. RESULTADOS

Durante la visita se pudo observar que el sector panelero no presenta una producción sostenible, ya que, desde el cultivo de la caña hasta la obtención de la panela, se está afectando el equilibrio del sistema y se están generando impactos negativos que afectan tanto al ser humano como a los ecosistemas cercanos. Actividades, como la tala de árboles para la disposición de la zona de cultivo, la preparación del terreno, el uso de agroquímicos, manejar la leña como combustible, sumado a la baja eficiencia de los procesos de combustión y transferencia de calor en la hornilla, generan cambios negativos en la calidad ambiental.

Se debe tener en cuenta que si se tiene como base la topografía de la zona en donde se siembra la caña, se obtiene que esta puede considerarse como un cultivo que protege el suelo, ya que funciona como una barrera que resguarda de la exposición al agua y al sol.

Para disminuir el impacto ambiental negativo generado se pueden emplear prácticas amigables que permiten la protección y la conservación del medioambiente.

Algunas de las prácticas amigables aplicables son:

- Se recomienda un uso adecuado de insecticidas y de controladores biológicos de plagas y enfermedades.
- Si se cambia el horno tradicional por uno que sea eficientemente térmico se beneficia tanto al aire como

a los bosques y a la fauna, ya que se disminuiría la cantidad de gases tóxicos y de hollín que contaminan y aceleran el calentamiento global. De igual forma, implementar tecnología en los hornos produce una reducción del consumo de combustible.

- Al disminuir la tala de árboles se ayuda a la conservación del ambiente, el regreso de la fauna y la activación de los procesos de formación del suelo, que permitirían aumentar la biodiversidad.
- Eliminar la utilización de adulterantes químicos como anilina y clarol, los cuales son utilizados para mejorar la apariencia física del producto. Estas sustancias son nocivas para la salud de los consumidores, produciendo enfermedades gástricas y cancerígenas.
- Al aprovechar la cachaza se disminuye la contaminación del agua, pues esta no es arrojada a las corrientes; además se reduce la acidificación de los suelos. Adicionalmente esta presenta unas ventajas, como la mejora en la estructura superficial del suelo, ya que es fuente de fósforo (P), Potasio (K) y Nitrógeno(N).

**Tabla 3.** Matriz de Leopold para la producción de panela en el sector de la hoya del río Suárez con valoración cualitativa

ACTIVIDAD		ACTIVIDADES DE CAMPO							ACTIVIDADES DE BENEFICIO O POST COSECHA							OTRAS OPERACIONES			SUMATORIA									
		ADECUACIÓN DEL TERRENO	FERTILIZACIÓN	CONTROL DE ENFERMEDADES	COSECHA	REGO Y DRENAJE	APORTE	EXTRACCIÓN DEL JUGO	PRELIMPIEZA DEL JUGO	LIMPIEZA DEL JUGO	EVAPORACIÓN Y CONCENTRACIÓN	PUNTEO	BATIDO	MOLDEO DE LA PANELA	EMPAQUE	ALMACENAMIENTO	LAVADO DE HERRAMIENTAS	ARRILME DEL BAGAZO	MANEJO DE LA HORNILLA	OPERACIÓN DE COCINAS	Σ NEGATIVOS	Σ POSITIVOS	Σ TOTAL					
SUELO	Contaminación química			9	-7																1	0	-63					
	Cambio en las propiedades físicas	2	-6			9	-2	5	-1													3	0	-35				
	Alteración en la calidad microbiológica		5	-3			6															1	1	-33				
AIRE	Emisión de gases									9	-6							9	-7			3	0	-154				
	Emisión de material particulado											5	-				8	-7	-3			3	0	-47				
	Generación de ruido							4	-1													1	0	-4				
	Generación de calor									4	-1	4	-1	4	-1				4	-1			4	0	-12			
	Emisión de olores							5	-1	5	-1	5	-1	5	-1								4	0	-20			
AGUA	Consumo						8	-7									4	-1		9	-6		3	0	-114			
	Vertimiento por plaguicidas	5	-4		3	-2																	2	0	-26			
FLORA Y FAUNA	Ahuyentamiento					6	-3																1	0	-18			
	Diversidad	2	1																				0	1	2			
SOCIAL	Generación de empleo	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	0	19	1710
SUMATORIA	Σ NEGATIVOS	2	0	2	2	3	0	2	1	1	3	1	1	0	1	0	1	1	3	2								
	Σ POSITIVOS	2	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
	Σ TOTAL	60	75	21	54	21	90	81	85	85	27	86	86	90	80	90	86	74	-7	8								

Según la matriz de Leopold que se realizó, se puede evidenciar que la emisión de gases es considerado el impacto que mayores daños produce para el ecosistema, ya que se emanan constantemente en el proceso productivo y se dirigen directamente a la atmósfera. Este impacto tuvo un resultado de -154 en la matriz, siendo el más perjudicial respecto de los demás.

Otra actividad en la que se deben tomar acciones correctivas es en el consumo del agua, pues esta es necesaria en gran parte de la producción de panela. Se utiliza para el funcionamiento y aseo de los equipos de la molienda, la alimentación del personal de la finca, en el riego y el drenaje para la cosecha. El valor de este impacto en la matriz fue de -114.

Sin embargo, no todo es negativo, ya que la producción de panela es la principal fuente económica para las familias del sector, evidenciándose en los resultados obtenidos en la matriz, pues en el sector social, la generación de empleo tuvo un valor de 1.710, el cual

es bastante elevado y está presente en todas las actividades evaluadas.

## 5. CONCLUSIONES

La agroindustria panelera es la encargada de transformar el jugo de la caña en un producto sólido, el cual se conoce como panela. La elaboración de este producto consta de una serie de actividades que, de una u otra manera, tienen un impacto desfavorable en el ambiente.

Después de analizar la producción de panela en el sector de la hoya del río Suárez, especialmente en el municipio de San Benito, Santander, se puede concluir que esta actividad es la principal fuente de empleo en el sector. Los trapiches que allí se encuentran son artesanales, es un proceso que se ha transmitido de generación en generación. A pesar de ser una actividad

convencional, la elaboración de panela trae consigo un impacto negativo en el ambiente debido a la combustión de la hornilla; sin embargo, en ese sector los paneleros evitan cualquier tipo de desperdicio, por ello las cachazas que suelta el jugo de la caña son reutilizadas para convertirlas en abono orgánico o en el alimento para los animales de las fincas, y de esta manera se evita la contaminación en los vertimientos líquidos en el sector.

Siendo la industria panelera de gran menester para la población de la hoya del río Suárez existen formas de conseguir una producción ecoamigable o, mejor llamada cadena de suministro verde, tomando medidas y soluciones para mitigar el daño producido al medio ambiente, como reemplazar la leña por el bagazo para el proceso de combustión, que ayuda a reducir la tala de árboles y las emisiones atmosféricas producidas. De igual forma, si se implementan avances tecnológicos para que la industria deje de ser ciento por ciento artesanal la contaminación cada vez será menor, logrando así mejoras continuas y autosostenibles en la producción panelera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Adriana, A. C.; Reina, J. S., y Vargas, T. A.** (2014). Análisis de factibilidad de un proyecto productivo que utilice el bagazo de caña panelera como materia prima para la producción de bioetanol y papel. Bogotá, Colombia: Tesis de pregrado Universidad del Rosario.

**Alcaldía Municipio San Benito Santander.** (8 de septiembre de 2016). Recuperado de [http://www.sanbenito-santander.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.sanbenito-santander.gov.co/informacion_general.shtml)

**Ballou, R. H.** (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.

**Borray, G. R. y Gottret, M. V.** (2000). Correspondencia entre el desarrollo de tecnología para la agroindustria de la panela con el alivio de la pobreza y la protección

del ambiente y los recursos naturales: El caso de la Hoya del Río Suarez (Colombia). Recuperado de: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/paper\\_pobreza/073.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/paper_pobreza/073.pdf)

**Castro, J. A. y Colmenares, I. A.** (2011). Caracterización de la cadena de abastecimiento de Panela para la provincia de Bajo Magdalena – Cundinamarca. Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 107-124.

**Departamento, segundo productor de panela.** (24 de septiembre de 2012). El Nuevo Siglo.

**El Nuevo Siglo.** (24 de septiembre de 2012). Departamento, segundo productor de panela. Recuperado de: <https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/9-2012-departamento-segundo-productor-de-panela>

**García, C. L. y Pinzón, É. C.** (2011). Plan de manejo ambiental para el sector panelero en la vereda Melgas, Municipio de Chaguaní, Cundinamarca. Gestión Integral en Ingeniería Neogranadina.

**García, G. A.** (2015). *Proyecto de prefactibilidad para un plan de negocios en la diversificación de productos de la panela en una finca productora de caña de azúcar*. Tesis especialización en evaluación y desarrollo de proyectos. Bogotá: Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario.

**García, M. C.** (2002). *Hornillas paneleras evaluación de su impacto ambiental*. Recuperado de: <http://www.panelamonitor.org/media/dcrepo/document/files/hornillas-paneleras-evaluacion-de-su-impacto-ambiental.pdf>

**García, M. C.** (3 de octubre de 2003). *Hornillas Paneleras - Evaluación de su impacto ambiental*. Recuperado de: <http://www.panelamonitor.org>: <http://www.panelamonitor.org/documents/409/hornillas-paneleras-evaluacion-de-su-impacto-ambie/>

**Leguizamón Sierra, G. I. y Yepes González, N. V.** (2014). Estudio Descriptivo Mediante Análisis Multicriterio de la Cadena Agroalimentaria de La Panela. *Publica-*

*ciones e Investigación*, 8(1), 161-183. doi:<https://doi.org/10.22490/25394088.1298>.

**Manrique, R.** (2007). Programa: Mejoramiento genético y agronómico del cultivo de la caña panelera en zonas productoras de Colombia. Recuperado de: <https://slideplayer.es/slide/3104335/>

**Minagricultura.** (mayo de 2018). *Cadena agroindustrial de la panela indicadores e instrumentos*. Recuperado de: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Panela/Documentos/002%20-%20Cifras%20Sectoriales/002%20-%20Cifras%20Sectoriales%20-%202018%20Mayo%20Panela.pdf>

**Osorio, G.** (2007). *Manual: Buenas Prácticas Agrícolas -BPA- y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM-en la Producción de Caña y Panela*. Bogotá Colombia: Corpoica.

**Pérez, M. A.** (2014). Procesos de fabricación de panela y su aplicación a proyectos de automatización para el caso Colombiano. Bogotá D.C: Especialización en Gerencia Integral de Proyectos, Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada.

**Ramírez Durán, J. I.** (2014). Comportamiento agroindustrial de diez variedades de caña de azúcar para producción de panela en Santander, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(2), 183-195. Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-87062014000200005&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062014000200005&lng=en&tlng=es).

**Maryam Masoumik, S. et al.** (2015). A Strategic Approach to Develop Green Supply Chains. *ScienceDirect*, 670-676.