

Capacidades y tendencias tecnológicas en el proceso de producción de panela artesanal. Un estudio de vigilancia tecnológica¹

Capacities and technological trends in the non-industrial panela production process. A study of technological monitoring

Sandra Rosario Hernández - Cely¹, Marleny Torres - Zamudio²

¹ Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Magister en Administración de Organizaciones, Bucaramanga, Colombia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4502-9862>, E-mail: sandrarhernandezcely@gmail.com

² Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Docente - Investigadora. Tunja, Colombia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9091-5831>, E-mail: marleny.torres@unad.edu.co

Cómo citar: Hernández - Cely, S. R., & Torres - Zamudio, M. (2021). Capacidades y tendencias tecnológicas en el proceso de producción de panela artesanal. Un estudio de vigilancia tecnológica. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, 15(15), 49–63. <https://doi.org/10.22463/24221783.3310>

Recibido: 11 de Abril de 2021 / **Aprobado:** 03 de Julio de 2021

Resumen

La producción de panela es de gran importancia en la economía y seguridad alimentaria del sector rural y urbano en Colombia, partiendo de este eje económico fundamental, en este trabajo de investigación se presenta la aplicación de un proceso de vigilancia tecnológica en la producción de panela artesanal. Para el desarrollo de la investigación se realizó la búsqueda de estudios y avances tecnológicos en fuentes de información como bases de datos de revistas científicas y patentes. Que a su vez se adaptaron a los lineamientos metodológicos establecidos en la norma UNE 166006:2018. Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia e inteligencia. Con la ejecución del presente trabajo se logró diagnosticar y establecer el inventario tecnológico, la utilización de dispositivos de medición, control y características organolépticas en la producción de panela artesanal. Consiguiéndose como resultado final, el protocolo o metodología de implementación de desarrollos tecnológicos específicos para un sistema de producción de panela.

Palabras claves: Desarrollo tecnológico, Patente, Producción de panela, Vigilancia tecnológica.

Abstract

The production of panela is of great importance in the economy and food security of the rural and urban sector in Colombia, starting from this fundamental economic axis, in this research work the application of a process of technological surveillance in the production of artisanal panela is presented. For the development of the research, a search was carried out for studies and technological developments in information sources such as databases of scientific journals and patents. Which in turn were adapted to the methodological guidelines established in the UNE 166006: 2018 standard. R + D + i management: surveillance and intelligence system. With the development of this work, it was possible to diagnose and establish the technological inventory, the use of measurement devices, control and

¹Artículo producto del proyecto de investigación “Vigilancia Tecnológica en el proceso de transformación de la panela artesanal en el Corregimiento Laguna de Ortices del Municipio de San Andrés Santander”. Aprobado por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, desarrollado dentro del Grupo de Investigación GRINDES, Semillero Innovación y Desarrollo I+D.



*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: josalcedo@unisalle.edu.co

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Artículo bajo licencia CC BY-NC (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

organoleptic characteristics in the production of artisan panela. Obtaining as a final result, the protocol or methodology for implementing specific technological developments for a panela production system.

Key words: Technological development, Patent, Unrefined sugar production, Technological surveillance.

1. Introducción

La producción de panela utiliza como insumo básico los jugos de la caña de azúcar, (Duran, et al., 1992). El proceso de producción de panela está estructurado en una serie de etapas que van desde lo que se conoce como apronte, en donde se realiza la recolección de la caña de azúcar, hasta la etapa de empaque donde el producto está listo para su distribución y comercialización. El trabajo de investigación se enfocó, en forma exclusiva, en la etapa de transformación en donde se identificaron una serie de subetapas así:

- **Molienda o extracción:** Mediante la presión física, en esta etapa, se obtiene el guarapo de caña (jugo), aquí, la cantidad de producto obtenido, es casi proporcional al tipo y eficiencia del molino empleado.
- **Prelimpieza:** El jugo extraído de la caña de azúcar es crudo y con partículas, por lo que se somete a un proceso de filtrado, buscando eliminar las impurezas.
- **Clarificación:** Proceso muy importante - debido a que entran en juego agentes clarificantes como los mucilagos vegetales, balso, cadillo y guácimo. Para esta etapa es fundamental tener en cuenta las variables de tiempo y temperatura que influyen directamente en el tipo de producto obtenido.
- **Evaporación:** Esta etapa determina la concentración de los azúcares del producto. Mediante el proceso de evaporación y concentración se obtiene la miel.
- **Punteo:** Etapa donde se obtiene la panela mediante la caracterización del punteo. Tanto en la etapa anterior de evaporación como en el punteo, la variable a tomar en cuenta es la temperatura.

- **Batido:** Mediante batido manual de la miel que se efectúa en pailas de acero, cobre o madera, durante determinado tiempo. Obtenido el punto, se deposita la miel en una batea (de acero inoxidable preferiblemente, o en madera) y por acción del batido intensivo e intermitente se enfría, pierde su capacidad de adherencia y adquiere la textura necesaria para el moldeo.
- **Moldeo:** El moldeo es realizado a través de moldes en gaveras de madera con varias divisiones, redondas o cuadradas, en donde la panela adquiere su aspecto definitivo (Duran, et al., 1992 pp.15-17)

La investigación de (Hernández, 2020) señala que la Laguna de Ortices, es un corregimiento en el Departamento de Santander, Colombia, donde la actividad agrícola es el principal pilar económico, con el cultivo tradicional de la caña panelera. Hernández también menciona que para la transformación de la caña actualmente cuenta con tres trapiches paneleros El común, La esquina, y El Hato, donde se realiza todo el proceso de producción de panela de manera artesanal.

Los pequeños productores tienen problemas en la etapa transformación, como bajos niveles de extracción de jugo, uso de aditivos, falta de dispositivos electrónicos básicos para el control de variables físicas y químicas, sumándose a esto, la poca o nula aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura, BPM y de control técnico de las operaciones y procesos (Hernández, 2020 pp 61-63).

En este sentido, conviene la búsqueda permanente de alternativas de mejoramiento de los procesos de producción, transformación y la comercialización de

panela, estableciendo la importancia de implementar procesos de vigilancia tecnológica y la formulación e implementación de programas de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), que aseguren mejores condiciones a productores y consumidores.

Este artículo, es producto de un proceso de investigación como opción de grado de maestría, que se gesta desde el Semillero de investigación Innovación y Desarrollo I+D de la UNAD. Se expone aquí un ejercicio de vigilancia tecnológica aplicada al proceso de transformación de la panela a nivel artesanal, como metodología de investigación, utilizada para generar conocimiento y orientada al mejoramiento de la cadena agroindustrial de la panela.

Como resultado de este ejercicio de investigación se genera una propuesta tecnológica que responde a las necesidades de los productores de panela artesanal del Corregimiento Laguna de Ortices, en el municipio de San Andrés, Santander, en donde se ofrecen algunas orientaciones para la implementación de tecnologías para la etapa de transformación de la panela artesanal, sugiriendo poner en marcha tecnologías existentes o nuevas que mejoren el proceso y la calidad del producto.

2. Marco Teórico

Actualmente la panela se produce en 25 países, por un total estimado de 13 millones de toneladas al año, Colombia es el segundo mayor productor a nivel mundial (Sánchez, 2021) por este motivo se realizan importantes investigaciones internacionales, una de estas es el estudio de las propiedades físico y químicas de (Guerra y Mujica, 2010) quienes comprueban la presencia de un grupo importante de minerales (K, Ca, P, Mg, Na,

Fe, Mn, Zn y Cu), que se suman a los beneficios nutricionales de la panela. Así mismo, un estudio realizado en Araraquara, Brasil de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) en azúcar de caña en bruto por (Silva, et al., 2011), demuestran la ausencia de control de calidad del proceso, indicando la necesidad de establecer una vigilancia de calidad de la rapadura. Teniendo en consideración un análisis físico-químico a nivel microscópico de la panela artesanal (Braun, et al., 2016) sugirió normas técnicas para el control de calidad en la producción de panela y la seguridad alimenticia, concluyendo que, en este contexto es necesaria una mayor fiscalización, así como la creación de estándares relacionados con la normalización de fabricación, manejo de materias primas y control de calidad. (Ramírez, 2017) analizó los grandes problemas presentes en la producción de panela, en cuanto a la aplicación de nuevas tecnologías, protocolos agroindustriales, capacidad en la comercialización y asociación de los productores; el autor sugiere que el sistema productivo requiere de una reestructuración, que debe provenir de las necesidades del productor, fundamentales para la productividad y sostenibilidad del sistema, donde logre incorporar las soluciones tecnológicas adaptadas a cada situación particular, que aseguren que los recursos sean bien canalizados. Por otra parte, (Ordoñez y Rueda, 2017) llevan a cabo un diagnóstico cualitativo concerniente a los impactos bióticos, abióticos y antropológicos creados en el proceso de producción de la panela artesanal, el presente estudio señala que el proceso carece de tecnificación suficiente para la producción sostenible además de la carencia de capacitación del personal involucrado en el proceso de producción de panela. (Silva, et al., 2018) establecen la formulación seleccionada de caramelo de caña de azúcar que combina

salvado de arroz extruido, nuez de barú tostada y jugo de caña de azúcar, resaltando el bajo riesgo microbiológico y buena aceptación sensorial.

La producción de panela se reconoce como una de las industrias más importantes en el territorio colombiano. En el país es representativo, el papel que desempeñan los productores locales, las pequeñas unidades campesinas de producción y los esfuerzos de las economías familiares y comunitarias, sin desconocer los procesos que adelantan como gremio organizado y como bloque exportador de producto en el ámbito internacional, buscando participar en los mercados de este producto de consumo básico.

En las diferentes escalas de producción, los paneleros trabajan en el mejoramiento del producto y la competitividad del sector, con la implementación de buenas prácticas empresariales y de calidad, actuando como encadenamiento productivo y bajo planes estratégicos que conducen al fortalecimiento de un mercado internacional competitivo.

Así, la panela es un edulcorante con demostradas propiedades alimenticias de minerales y vitaminas, de uso representativo en la canasta de consumo de una gran cantidad de población en Colombia, observando especial participación dentro de la canasta básica de familias de bajos ingresos (Esquivel y Arenas, 2016).

3. Metodología

A fin de desarrollar un proceso de vigilancia tecnológica que integre sistemáticamente las actividades de búsqueda, captura y análisis de información, base para la toma de decisiones, la investigación toma como referente la Norma (UNE 166006, 2018), buscando adaptar

algunos aspectos que propone a los elementos y realidades de la región en donde se desarrolla el estudio. Se parte entonces, de asumir el concepto de vigilancia tecnológica como ese proceso organizado y selectivo para captar y analizar información del exterior, que deberá convertirse en conocimiento, que, tanto empresarios como emprendedores y académicos estarían utilizando, en forma permanente, como herramienta útil y certera para la toma de decisiones. (Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología [OVTT], 2020) De esta forma, en el desarrollo de la investigación se propuso un proceso metodológico que se inicia con la elaboración de un diagnóstico del sector panelero en la región de estudio, continúa con la búsqueda y captura de información, se analizan esos hallazgos, se valora la información relevante para, finalmente, tener elementos que los productores de panela artesanal puedan tomar como referentes en la toma de decisiones. Dentro del desarrollo metodológico en la fase de búsqueda y captura de la información se consultan diferentes bases de datos de producción científica como Scopus, Dialnet y SCielo. Se exploran bases de datos de patentes disponibles en Wipo-Pentoscope y Lati-Pat.

La investigación se desarrolló con el apoyo y colaboración de los productores de panela artesanal en los 3 trapiches paneleros, El común, La esquina y El Hato existentes en el Corregimiento Laguna de Ortices en el Municipio de San Andrés, en el Departamento de Santander, Colombia, quienes aportaron información del proceso de transformación, así como de las capacidades tecnológicas que este implica.

Como instrumentos de recolección de información se diseñaron una entrevista estructurada y un cuestionario para recoger el inventario tecnológico de los trapiches

paneleros, instrumento que fue adaptado de la investigación adelantada por (Ruge y Pérez, 2017)

4. Resultados

4.1 Diagnóstico

A fin de definir las capacidades tecnológicas de un sector económico o una empresa en particular, se utiliza el diagnóstico tecnológico; se analiza la cadena de valor, revisando de manera sistemática las actividades que realiza y cómo interactúan entre sí.

El diagnóstico tecnológico explica la gestión de la organización en tres fases o etapas. En la primera, se realiza el diagnóstico interno, se hace énfasis en la dimensión tecnológica de la empresa (inventario y evaluación); una segunda fase, donde se diagnóstica lo que hacen los competidores o fase externa que permite estar atento o vigilar los avances de la competencia, y la tercera, orientada a valorizar el potencial tecnológico de la empresa frente lo que se encontró en la competencia (Ruge y Pérez, 2017).

Para el desarrollo de la investigación se realizó un diagnóstico tecnológico en los 3 trapiches paneleros, El común, La esquina y El Hato, existentes del Corregimiento Laguna de Ortices en el Municipio de San Andrés, Santander. Se realiza un diagnóstico interno que establece el inventario tecnológico (máquinas, equipos y herramientas informáticas) en la etapa de transformación de la panela.

La investigación utiliza la entrevista como instrumento para conocer de cerca el desarrollo productivo de los trapiches paneleros. Se realizan una serie de preguntas a los propietarios de los trapiches, logrando

identificar las características del trapiche, cómo se desarrolla el proceso de fabricación de panela, equipos, utensilios y condiciones del personal que labora en la planta de producción. Elementos que aportan al diagnóstico tecnológico de los trapiches paneleros.

Los resultados obtenidos en la investigación muestran como característica común a los trapiches productores de panela artesanal, el uso de tecnologías desarrolladas por el Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Agroindustria Panelera CIMPA. Utilizan equipo de molienda que permite, de una parte, disminuir la pérdida de jugo durante la extracción y la flexibilización del proceso de molienda que resulta favorable para los trabajadores por cuanto disminuye su esfuerzo físico.

Cuentan con un sistema de prelimpieza de jugos y hornillas que permiten emplear el bagazo como combustible, evitando la utilización de leña, carbón y caucho de llantas, perjudiciales para el medioambiente (Rodríguez y Gottret, 2018). En cuanto a la aplicación y control de los diferentes procesos mediante las BPM, se encontró que, no se aplican en forma efectiva, lo que afecta la productividad y calidad del producto.

Se hace indispensable, la adopción de nuevas tecnologías para la etapa de transformación de la panela, que permitan un proceso productivo sostenible y obtener mejores rendimientos en horas/hombre, kilogramos de productos, así como una mejor distribución y utilización de los recursos humanos y materiales. Todo esto, desde la vigilancia y control de cada parámetro técnico fase o proceso.

Con la identificación del inventario y de acuerdo con la información recolectada, el

diagnostico concluye que, si bien en los tres trapiches de esta región, incorporan tecnologías tipo CIMPA, se registran varios hallazgos frente al manejo de la información, el uso de elementos básicos para el control de variables como concentración de azúcares, evaporación, concentración de jugos, temperatura, entre otras, durante el proceso de producción de panela.

Se identificaron deficiencias en registro y control de datos en el sistema de producción. La documentación adecuada en cada una de las etapas del proceso de transformación del producto posibilita su estandarización y mejoramiento de la línea productiva. En los trapiches no se llevan registros que permitan la sistematización de la información, no se cuenta con un plan de mantenimiento de los molinos, ni registro o medición del porcentaje de extracción de jugo, que minimice las pérdidas de jugo en el bagazo de la caña.

No se evidenciaron planes de mantenimiento de los prelimpiadores, fichas técnicas del control del guácimo y cal, no hay registro ni control de temperatura en los procesos de evaporación y concentración. La etapa del punteo se hace por criterio propio del operario y no cuentan con elementos que orienten la medición de grados Brix como el refractómetro, útil en la medición de sacarosa.

En cuanto a la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura, es evidente que no se cumplen las condiciones a lo largo del proceso de producción, ya sea en la manipulación de los alimentos, o en el estado general de planta procesadora. No se hace uso de estas buenas prácticas en las instalaciones del trapiche, equipos y materiales, sus procesos de higienización y desinfección, ni en las condiciones del personal que participa

en la extracción y procesamiento de los jugos de la caña.

Se identificó que, en la Clarificación y Encalado, Evaporación y Concentración, Punteo moldeo y Batido aún faltan activos tecnológicos que mejoren la calidad y la producción de la panela.

4.2 Búsqueda y captura de información: Avances científicos y tecnológicos

Dentro del proceso de vigilancia tecnológica desarrollado en la investigación, se recaban bases de datos a fin de establecer, el estado de la ciencia y los desarrollos tecnológicos patentados que pueden aportar al sector panelero en estudio. Se presentan aquí, en primera instancia, los resultados de la búsqueda en bases de datos de revistas científicas. (Tabla 1)

Tabla 1. Publicaciones en Bases de Datos consultadas

Factores Críticos de Vigilancia	Base de datos			
	Panela	Scielo	Scopus	Dialnet
	6		8	6
	Evaporación	2		1
	Molino panelero	1		
	Concentración	2		
	Agroindustria	2	2	1
	Cadena Productiva	2		
Total		15	10	8

Nota: Los resultados de búsqueda son concernientes al año 2018. Fuente: (Hernández, 2020)

En la base de datos Scielo se registraron 25 documentos de los cuales 15 se relacionan con los temas de Evaporación, Molino panelero, Concentración, Agroindustria y Cadena Productiva. En la base de datos Scopus, se registraron 29 documentos, de los cuales 10 son del interés de este proceso

investigativo. En la base de datos Dialnet, se registraron 22 artículos, 8 en los temas panela, evaporación y agroindustria.

En la tabla 2 se muestra el resultado de la búsqueda de artículos en la base de datos Scielo. Resultados similares se obtuvieron en las demás bases de datos consultadas.

Tabla 2. Resultados de búsqueda Base de Datos Scielo

Nombre del artículo	Descripción
Evaluación de los impactos socio ambientales asociados a la producción de panela en Santander.	Diagnóstico cualitativo sobre los impactos bióticos, abióticos y antropológicos generados por la producción artesanal de panela. (Ordoñez y Rueda, 2017)
Diagnóstico tecnológico del uso de dispositivos programables en la industria boyacense. Caso de estudio: cadena agroindustrial de la panela.	Descripción de un diagnóstico tecnológico de los procesos productivos de panela. (Ruge y Pérez, 2017)
Efecto de las variables de evaporación: presión y flujo calórico en la calidad de la panela.	Determina el efecto de las variables de evaporación: presión y flujo calórico sobre la calidad de la miel de caña y la panela. (Prada, et al., 2015)

Ajuste de un modelo matemático para la combustión de bagazo de caña en una cámara Ward-Cimpa.	Refiere el uso de modelos matemáticos acompañado de expresiones cinéticas a utilizar en etapas de secado, desvolatilización, así como en las fases sólida y gaseosa. (Sánchez y Mendieta, 2014)
Efectos de la presión de evaporación y la concentración de antiespumante y del uso de floculante y coadyuvante en la calidad de la miel y la panela.	Determina el efecto tanto de la concentración de antiespumante como del uso de floculante (<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth) y coadyuvante (cal) sobre la calidad de la miel y la panela, cuando la evaporación se realiza a presiones diferentes a la atmosférica. (Prada, et al., 2014)
Análisis experimental de la evaporación del jugo de caña de azúcar en película sobre una placa plana.	Evaluación un evaporador de película en placa plana a escala piloto. (Mendieta y Escalante, 2013)
Efecto del precalentamiento del aire primario y la humedad del bagazo de caña de azúcar durante la combustión en lecho fijo.	Estudio la influencia del contenido de humedad y el precalentamiento del aire primario sobre la temperatura, la composición del gas y la tasa de combustión, mediante un diseño experimental factorial mixto 3x2. (Castro, et al., 2013)

**Capacidades y tendencias tecnológicas en el proceso de producción de panela artesanal.
Un estudio de vigilancia tecnológica**

Proceso agroindustrial de la producción de la panela.	Modelamiento en Matlab de un sistema de evaporación de múltiple efecto para la producción de panela. (Ordoñez, et al., 2013)
Estudio descriptivo de las prácticas de manufactura en la industria panelera de los trapiches San Francisco y La Esmeralda en Boyacá y Caldas.	Evaluación de la aplicación de las prácticas de manufactura en los trapiches San Francisco y La Esmeralda mediante la aplicación de encuestas etnográficas, documentación fotográfica e identificación de contaminantes microbiológicos presentes en la panela, manos de empleados e implementos de trabajo. (Corrales, et al., 2012)
Dinámica del proceso de extracción de jugo a compresión de la caña de azúcar para la producción de panela.	Presenta los resultados obtenidos en el proceso de compresión uniaxial y no confinada de tallos de caña de azúcar, en el proceso de extracción de jugo para la producción de panela. (Díaz y Iglesias, 2012)
Uso de energía en la producción de panela en Colombia (análisis energético).	Determinar cómo se utilizan los recursos energéticos en la producción de azúcar sin refinar en Colombia. (Velásquez, et al., 2011)

Evaluación térmica y validación de un modelo por métodos computacionales para la hornilla panelera GP150.	Evaluación térmicamente de una hornilla panelera (GP-150) validando sus resultados aplicando técnicas computacionales de CFD. (Saraz, et al., 2010)
Medición experimental de la magnitud de las fuerzas reactivas en los apoyos de las mazas del molino panelero apolo 5.	Presenta el desarrollo experimental para la medición de las fuerzas reactivas en los apoyos de los ejes de las mazas del molino panelero marca Apolo 5. (Ramírez y Herrera, 2008)
Diagnóstico energético de los procesos productivos de la panela en Colombia.	Evaluación del consumo energético en los sistemas productivos de panela. (Velásquez, et al., 2004)

Fuente: Elaboración propia con información (Hernández, 2020)

En la fase de búsqueda de patentes, las fuentes de información fueron las bases de datos WIPO-PENTESCOPE y Latipat – Espacenet. Resultaron 20 patentes relacionadas con el proceso de transformación de la panela; se formularon como ecuaciones de búsqueda $\text{Panela AND Proceso} <((\text{Molino AND caña de azúcar OR Brix AND panela}))>$ y las palabras clave panela, agroindustria, evaporación, cadena productiva y Molino.



Figura 1. Patentes México y Colombia. Fuente: Elaboración propia.

Con el proceso adelantado, se evidencian pocos avances en materia de investigación frente a las necesidades de desarrollo tecnológico que requiere el sector panelero. 5 patentes originadas desarrolladas desde México y Colombia (Figura 1).

Como desarrollo tecnológico de la región se destaca la patente del molino doble cabezote portable (Pinzón, 2019) desarrollado por Fundymaq, como empresa reconocida en el sector, desarrolladora de maquinaria para la industria panelera, ubicada en la ciudad de Barbosa departamento de Santander, Colombia. Esta invención desarrollada en la región, se estructura en dos molinos montados sobre una sola base, con dos niveles, de tal forma que el primer cabezote que recibe la caña está a más altura que el segundo cabezote, que es el encargado de repasar la caña. Los cabezotes son movidos simultáneamente por una transmisión con dos ejes de salida, con engranajes fresados y tratados. Especialmente diseñada con alta relación, distancias entre

centros y capacidad de torque exacta para los cabezotes a los cuales está acoplada. Se trata de la combinación de dos artefactos convencionales, dinamizados por un motor eléctrico, auto lubricado con alta capacidad de extracción de jugo de caña de azúcar.

4.3 Propuesta tecnológica

Una vez se ejecutan las etapas del proceso de vigilancia tecnológica, en la investigación desarrollada, (Hernández, 2020) se logra consolidar una propuesta dirigida a los productores paneleros que ha de servir como información base para la toma de decisiones. La propuesta recomienda, desde cada etapa de transformación de panela artesanal, tecnologías que pueden mejorar la calidad del producto. (Ver Figura 2)

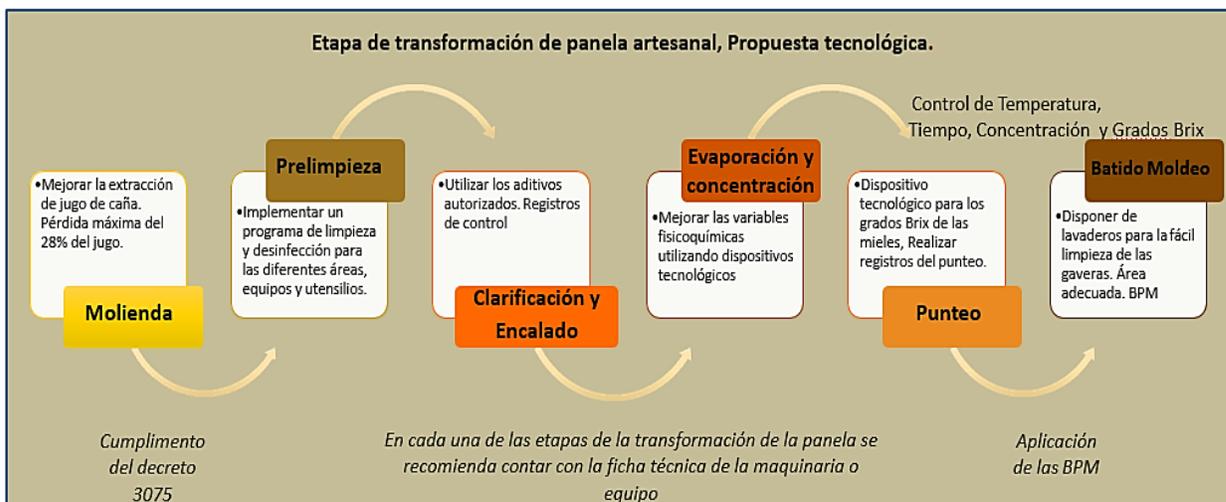


Figura 2. Propuesta tecnológica. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1 Contexto general de la propuesta.

En términos del proceso de molienda se establece la relación de porcentajes de rendimiento en la extracción del jugo de caña de los trapiches El común, La esquina y El hato los cuales están utilizando molinos diésel y eléctrico, fabricados en hierro, anclados sobre unas bases de concreto, con una capacidad de molienda hasta 950 Kg/h, una producción de panela de 85 a 95 Kg/h, longitud hábil de molienda de 8", capacidad motriz requerida para el eléctrico 5 hp a 1800 rpm y para el diésel 10 hp a 1800 rpm, brindando rendimientos de extracción cercanos al 60 %, frente a la tecnología opcional que se encontró en el proceso de vigilancia, está el molino doble cabezote portable (Pinzón, 2019) desarrollado por Fundymaq, Elaborado en acero estructural, maquina desarmable para portabilidad, a pesar de su gran capacidad de procesamiento no requiere ser anclado al suelo mediante bases de concreto y posee un funcionamiento general óptimo y seguro, requiere tan solo un motor eléctrico, es adaptable ya que su reductor de alta relación le permite recibir motores de altas revoluciones (RPM) y alto caballaje (HP), sin necesidad de contra ejes y

poleas adicionales, garantizando un gran rendimiento de kilos de caña por hora y la más alta extracción, que puede estar entre el 65 % y el 78 % por peso de jugo, utilizando un solo molino, las cubiertas, bandeja de jugos y los baberos en acero inoxidable contribuyen con los requerimientos que debe cumplir una máquina para producción de alimentos.

Se recomienda la adopción del molino referenciado en conjunto con la tecnología CIMPA, que ya se viene utilizando en los trapiches en estudio. Se pueden certificar mayores utilidades desde la extracción del jugo. La implementación de tecnología debe estar articulada con las BPM, las cuales le van a asegurar el control de variables fisicoquímicas sensoriales en producto terminado, así como de limpieza y desinfección en cada etapa del proceso.

Como se mencionó anteriormente, para el proceso de transformación de la panela artesanal, se identificaron unas etapas que los pequeños productores realizan secuencialmente, por lo que se consideró conveniente desarrollar sugerencias y

orientaciones técnicas y tecnológicas para cada una de ellas como se muestra a continuación.

Molienda o extracción. Garantizar una extracción de entre el 65 % y el 78 % en peso de jugo por peso de jugo, con la vigilancia tecnológica se sugiere que el control del molino sea estandarizado a una pérdida mínima del 70 % del jugo obtenido, siendo significativo para el productor.

Lo anterior complementado con las BPM, las cuales mediante la aplicación de registros específicos podrá asegurar la eficiencia de este tipo de molino y sus rendimientos.

Prelimpieza. Se recomienda para los sistemas diseñados por CIMPA (prelimpiadores) un adecuado mantenimiento y limpieza para su buen funcionamiento que evita que los jugos se fermenten, atendiendo a la Resolución número 779 (Ministerio de Protección Social [MINSALUD], 2006), que establece la implementación de programas de limpieza y desinfección para las diferentes áreas de producción y en este caso aplicado a todas las fases de transformación de la panela. Es importante desarrollar un programa periódico de verificación del grado de prelimpieza.

Clarificación y encalado. Se recomienda, de acuerdo con la Resolución número 779 (Ministerio de Protección Social [MINSALUD], 2006) utilizar aditivos como los reguladores de pH, los clarificantes y antiespumantes; con la precaución de no utilizar sustancias e insumos como Hidrosulfito de sodio u otras sustancias químicas tóxicas que alteran las características del producto o la salud de los consumidores.

También es recomendable para esta etapa a 40°C adición de solución de óxido de calcio (cal) Ph= 5,5; una dosis a 50° C de sustancia clarificante; a 80° C adición de solución de óxido de calcio (cal) pH=6,4; segunda dosis de 85° C de sustancia clarificante. Esta tecnología se referencia en el documento construcción de trapiches paneleros del (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2018); Se menciona allí concretamente, las pruebas de plataforma o pruebas fisicoquímicas.

Asimismo, se deben implementar fichas técnicas del control del guácimo y cal periódicamente.

La aplicación de las BPM debe dar cuenta del uso correcto de estos compuestos, es decir, el control de las concentraciones máximas permitidas sin excepción, enmarcado dentro de la norma técnica Colombia NTC.

Evaporación y concentración. Se recomienda crear un registro de control de la temperatura ideal de evaporación y concentración, del mismo modo, para el tiempo adecuado, el pH y los grados brix mejorando las variables fisicoquímicas, para lo cual se utilizan los siguientes instrumentos:

Peachimetro: La acidez o pH de los jugos y mieles de la caña de azúcar se miden con el peachimetro. se sugiere obtener este dispositivo en el mercado con las siguientes especificaciones (peachimetro digital Atago DPH-2, portátil y resistente al agua (IP67)).

Refractómetro: Se recomienda adquirir este instrumento en el mercado con las siguientes especificaciones: Refractometro Brixometro, Rango de medición: 58-90% Brix, ATC Rango de compensación (Compensación automática de Temperatura)

de 10 ° a 30 °) para corregir las discrepancias de temperatura durante el uso, longitud: 140 mm, peso: 230 g).

Termómetro digital láser: Se aconseja adquirir un termómetro el cual se encuentra en el mercado con la siguientes características Termómetro Infrarrojo, Pistola Laser -50° c A 380 °c Digital, Modelo: GM320-EN-0, Peso: 147 g, tamaño: 153*101*43 mm, precisión: ± 1.5 c/o ± 5 %, Resolución: 0.1C o 0.1 F, punto de la distancia radio: 12:1, Laser on /off seleccionable, Backlight on/off seleccionable, función de retención de datos automática, puntero láser para mayor precisión al apuntar, rango de temperatura de medición: -50 ° C ~ 380 ° C (-58 ° F ~ 716 ° f), tiempo y longitud de onda: 500 ms y (8-14 um), la selección del contraluz, permite ver el indicador de temperatura en la noche, lee temperatura superficial actual en 0.5 segundos.

Punteo moldeo y batido. Se recomienda la aplicación mínima de dispositivos programables por ejemplo el termómetro para realizar la lectura de las temperaturas en todo el proceso, registrando el valor de la temperatura con las observaciones encontradas, y el refractómetro para los grados brix de las mieles, realizando registros del punteo.

Para el moldeo se debe disponer de lavaderos para la fácil limpieza de las gaveras. La zona debe ser cerrada aislada de insectos, roedores, aves, contar con sistema de extractores, y adecuada ventilación; así como un adecuado diseño de paredes, techos y piso, aplicando y cumpliendo con las BPM.

En cada una de las etapas de la transformación de la panela se recomienda contar con la ficha técnica de la maquinaria o equipo.

5. Conclusiones

El proceso establecido en la Norma UNE166006, 2018 para la aplicación de la vigilancia tecnológica, permite la recolección de información, el análisis de datos y la identificación de factores clave para establecer el estado de la ciencia y la técnica y a partir de estos, el desarrollo de nuevas tecnologías o su implementación en procesos de producción.

En el caso de pequeñas unidades productivas, los procesos de vigilancia tecnológica resultan útiles para estudiar alternativas que permitan cubrir, de manera precisa y ajustada a sus capacidades económicas, las necesidades tecnológicas y de innovación. Así, para los productores paneleros se presenta la opción de un molino viable para adquirir por su tamaño, costo y productividad.

De esta forma, la utilización de dispositivos electrónicos básicos como el Peachímetro, refractómetro y termómetro digital, balanzas digitales etc., no alteran el proceso de producción de panela artesanal y, por el contrario, permiten controlar variables específicas que influyen en la calidad organoléptica del producto, la optimización en el consumo de energía y aportan a la productividad y competitividad de la agroindustria panelera. de la unidad de producción.

6. Agradecimientos

Los autores agradecen a los productores de panela artesanal de los trapiches El común, La Esquina, y El Hato del municipio de San Andrés, Santander Colombia, quienes permitieron y ofrecieron total disposición para el desarrollo de la investigación. Agradecen también a los revisores pares y a

los editores de esta revista por sus comentarios, que ayudaron a mejorar el manuscrito.

7. Descargos de responsabilidad

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento y quienes están de acuerdo con su publicación, manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

8. Referencias

- Braun, C. L. K., de Oliveira, A. P., Pedro, F. G. G., Arruda, G. L., de Lima, M. G., y Villa, R. D. (2016). Avaliação físico-química, microbiológica e microscópica de rapaduras artesanais produzidas na cidade de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. *Acta Scientiarum - Technology*, 38(4), 407–413. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v38i4.28441>
- Castro, Z. S., Bernal, H. R. G., y Menjura, O. A. M. (2013). Efecto del precalentamiento del aire primario y la humedad del bagazo de caña de azúcar durante la combustión en lecho fijo. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(1), 5-16. https://doi.org/10.21930/rcta.vol14_numero1_art:263
- Corrales Ramírez, L. C., Muñoz Ariza, M. M., y González Pérez, L. M. (2012). Estudio descriptivo de las prácticas de manufactura en la industria panelera de los trapiches San Francisco y La Esmeralda en Boyacá y Caldas. *Nova*, 10(18), 165–179. <https://doi.org/10.22490/24629448.1005>
- Silva, C. C. F. D., Silva, G. D. L. P., Soares, J. M. S., Beléia, A. D. P., y Caliari, M. (2018). Addition of toasted baru nut (*Dypteryx alata* Vog.) and extruded rice bran to sugar cane candy (“rapadura”). *Food Science and Technology*, 38(4), 584–590. <https://doi.org/10.1590/fst.37016>
- Díaz, A., y Iglesias, C. E. (2012). Dinámica del proceso de extracción de jugo a compresión de la caña de azúcar para la producción de panela. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(2), 81–85. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v21n2/rcta14212.pdf>
- Duran, N., Gil, N., y Garcia, H. (1992). Manual de elaboración de panela y otros derivados de la caña. In CIMPA Convenio de investigación y divulgación para el mejoramiento de la industria panelera ICA - Holanda. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/30071/27528_16554.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- DNP. (2018). Construcción de trapiches paneleros. <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/Trapiches/PTtrapiches.pdf>
- Esquivel, L. C., y Arenas, J. M. (2016). Análisis externo en el sector panelero. *Temas y Reflexiones*, 5, 52–64. <https://repositorio.unibague.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12313/216/5/TyR.5.5An%20c3%a1lisis%20externo%20en%20el%20sector%20panelero.pdf>
- Guerra, M. J., y Mujica, M. V. (2010). Physical and chemical properties of granulated cane sugar “panelas.” *Food Science and Technology*, 30(1), 250–257. <https://doi.org/10.1590/s0101->

20612010005000012

- Hernández, S. (2020). Vigilancia Tecnológica en el proceso de transformación de la panela artesanal en el Corregimiento Laguna de Ortices del Municipio de San Andrés Santander. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/34000/srhernandezc.pdf>
- Mendieta Menjura, O. A., y Escalante Hernández, H. (2013). Análisis experimental de la evaporación del jugo de caña de azúcar en película sobre una placa plana. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(2), 113-127. https://www.researchgate.net/publication/306023425_Analisis_experimental_de_la_evaporacion_del_jugo_de_cana_de_azucar_en_pelicula_sobre_una_placa_plana
- MINSALUD. (2006). <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/paginas/freeseachresults.aspx?k=Resolu%20779&scope=Todos>
- UNE 166006. (2018). Norma Española UNE 166006: Gestión de la I+ D+ i: Sistema de vigilancia e inteligencia competitiva. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0046930>
- Ordoñez Díaz, M. M., y Rueda Quiñónez, L. V. (2017). Evaluación de los impactos socioambientales asociados a la producción de panela en Santander (Colombia). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(2), 379–396. https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:637
- Ordoñez Lugo, R. A., Martínez Santa, F., y
- García Bernal, H. R. (2013). Agribusiness production process of panela. *Tecnura*, 17(35), 47–54. https://www.researchgate.net/publication/262501163_Agribusiness_production_process_of_panela
- OVTT. (2020). *Sistema de Vigilancia Tecnológica (VT) e Inteligencia Competitiva (IC)*. <https://www.ovtt.org/guias/guia-de-inteligencia-tecnologica/>
- Pinzón, G. (2019). *Colombia Patente nº CO2019003345(A1)*.
- Prada Forero, L. E., García Bernal, H. R., y Chaves Guerrero, A. (2014). Efectos de la presión de evaporación y la concentración de antiespumante y del uso de floculante y coadyuvante en la calidad de la miel y la panela. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(2), 153-172. https://doi.org/10.21930/rcta.vol15_num2_art:356
- Prada, L. E., Reinel, H., Bernal, G., y Chaves, A. (2015). Efecto de las variables de evaporación: presión y flujo calórico en la calidad de la panela. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecu*, 16(1), 7–23. <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v16n1/v16n1a02.pdf>
- Ramírez Patiño, J. F., y Herrera Arango, M. L. (2008). Medición experimental de la magnitud de las fuerzas reactivas en los apoyos de las mazas del molino panelero apolo 5. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61(1), 4445-4450. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179914077020>
- Ramírez Gil, J. G. (2017). Characterization of

- traditional production systems of sugarcane for panela and some prospects for improving their sustainability. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 70(1), 8045–8055. <https://doi.org/10.15446/rfna.v70n1.61763>
- Rodríguez Borray, G. A., y Gottret, M. V. (2018). Evaluación de la adopción e impacto de la tecnología en la agroindustria panelera y priorización de actividades futuras de investigación y desarrollo). <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BAC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=026150>
- Ruge R., I.A. y Pérez H., W.J. (2017). Diagnóstico tecnológico del uso de dispositivos programables en la industria boyacense. Caso de estudio: cadena agroindustrial de la panela. *Revista Tecnura*, 21(52), 130-147. doi: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.2.a10>
- Sánchez, A. maria. (2021). Colombia es el segundo mayor productor de panela a nivel mundial con 16% del mercado. <https://www.agronegocios.co/agricultura/colombia-es-el-segundo-mayor-productor-de-panela-a-nivel-mundial-con-16-del-mercado-3165753>
- Sánchez Castro, Z., y Mendieta Menjura, Ó. A. (2014). Ajuste de un modelo matemático para la combustión de bagazo de caña en una cámara Ward-Cimpa. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(2), 133–151. <http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/355/383>
- Saraz, J. A. O., Velasquez, H. J. C., y Bedoya, A. E. (2010). Evaluación térmica y validación de un modelo por métodos computacionales para la hornilla panelera GP150. *DYNA (Colombia)*, 77(162), 237–247. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7678244>
- Silva, F. S., Cristale, J., Ribeiro, M. L., y Marchi, M. R. R. de. (2011). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in raw cane sugar (rapadura) in Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(3), 346–350. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.08.012>
- Velásquez Arredondo, H. I., Chejne Janna, F., y Agudelo Santamaría, A. F. (2004). Diagnostic Energy of the Productive Processes of Panela in Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 57(2), 2453–2466. https://www.researchgate.net/publication/262445515_DIAGNOSTIC_ENERGY_OF_THE_PRODUCTIVE_PROCESSES_OF_PANELA_IN_COLOMBIA
- Velásquez, H., Agudelo, A., y Chejne, F. (2011). Energy use in the production of unrefined sugar in Colombia (exergy analysis). *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (58), 17-26. <https://www.redalyc.org/pdf/430/43021467002.pdf>