

Diagnóstico energético del proceso productivo en trapiches de las veredas El plan, El pueblo y San Fernando en el corregimiento El Ingenio – Municipio de Sandoná - Nariño

David Alexander Hernández Villota, Edwin Adolfo Martínez Benavides
 Universidad Antonio Nariño, dahernandez95@uan.edu.co - emartinez09@uan.edu.co

Abstract— In the corregimiento of El Ingenio in the municipality of Sandoná - Nariño, the production of panela represents one of the main economic contributions of the region, with the department of Nariño being one of the 14 departments with the highest production in Colombia. The production process is carried out in an artisanal way through trapiches (sugar mills), this generates considerable energy consumption that affects production costs and has a negative environmental impact. Due to this, this descriptive research project was developed where, following the guidelines of the ISO 50001 standard, the production process of 4 trapiches in the corregimiento El Ingenio is energetically characterized, this in order to generate a baseline for the implementation of integral energy management in these productive processes. As a result of the investigation, a characterization of the panela production procedures and an energy diagnosis of the trapiches used in them was conducted, obtaining that about 48% of the production process depends on electrical and heat energy, in addition to the opportunity to technological innovations and implementations that improve productivity and efficiency in the production process.

Keywords— trapiche, energy efficiency, ISO 50001 Standard, panela production.

Resumen— En el corregimiento del Ingenio en el municipio de Sandoná – Nariño, la producción de panela representa uno de los principales aportes económicos de la región, siendo el departamento de Nariño uno de los 14 departamentos con mayor producción en Colombia. El proceso productivo se realiza de forma artesanal por medio de trapiches, esto genera un consumo energético considerable que repercute en los costos de producción y en un impacto medioambiental negativo. Debido a esto se desarrollo este proyecto de investigación descriptiva donde siguiendo los lineamientos de la norma ISO 50001 se caracteriza energéticamente el proceso productivo de 4 trapiches del corregimiento el Ingenio, esto con el fin de generar una línea base para la implementación de la gestión integral energética en estos procesos productivos. Como resultado de la investigación se realizó una caracterización de los procedimientos de producción de panela y un diagnóstico energético de los trapiches usado en las mismas, obteniendo que cerca del 48% del proceso productivo depende de la energía eléctrica y calorífica, además de la oportunidad de innovaciones e implementaciones tecnológicas que mejoren la productividad y la eficiencia en el proceso productivo.

Palabras clave— trapiches, eficiencia energética, Norma ISO 50001, producción de panela.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de panela es una de las principales actividades agrícolas de la economía de los municipios

Nariñenses. El área de cultivo dedicado a la caña, unido con la generación de empleo rural y las actividades de exportación hacen de la producción de la panela la tercera actividad más representativa de Colombia después del café [1] esto se puede evidenciar en una participación significativa en el Producto Interno Bruto (PIB) agrícola, ya que para el segundo trimestre del año 2021 se logró una participación en el sector agrícola del 3,8 % en relación a un total de 17,6 % [2].

En el departamento de Nariño según informes de la Gobernación de Nariño se registran 13 hectáreas de siembra de caña, con operación de 500 trapiches, con una producción de 90 mil toneladas anuales, siendo el quinto departamento con mayor producción de panela en el país [3], contrario a este hecho los productores paneleros de Nariño manifiestan costos de producción superiores al resto del país y precios de venta inferiores al precio nacional en 10% a 15% [4].

El gobierno Nacional al evidenciar estas falencias en el sector panelero de Nariño implemento el proyecto denominado “Fortalecimiento del sector panelero mediante investigación e innovación agrícola y agroindustrial en el departamento de Nariño” donde se entró en contacto directo con los productores de municipios como Sandoná, Consacá, Ricaurte, Ancuya, El Tambo y Linares, donde por medio de foros y conversatorios, se socializó las experiencias de los productores, se dio a conocer estrategias para mejorar la productividad y valorar los subproductos en el proceso productivo [5]. En este evento se resaltó la necesidad de la adopción de tecnologías e investigaciones que puedan fortalecer la producción.

A pesar de la excelente calidad de la panela producida en el departamento de Nariño, el proceso de producción se realiza de manera artesanal, con una reducida tecnificación, provocando elevados costos de producción. Junto con la inversión en insumos, el pago por el servicio de la energía eléctrica es uno de los que representa costos más elevados, incrementando un 90% el valor de lo que pagaría una casa de una familia promedio, oscilando entre los COP\$2.000.000 y COP\$2.500.000. Esta situación es agravada por los problemas ocasionados por la interrupción del servicio eléctrico y la deficiente calidad de la energía eléctrica, probando suspensiones en la producción y daños de los equipos, esto debido a que los puntos de producción panelera se encuentran mayoritariamente en zonas en donde el suministro eléctrico es deficiente y susceptible a fallas por cambios climáticos, armónicos y de estabilidad, problemas geográficos, hasta conflictos sociales por los diferentes atentados de los grupos armados o disidencias existentes en las veredas [6]. Según la empresa Ingeniería JMA se ha evidenciado una constante disminución, falla, o caída de energía eléctrica en la zona. Particularmente. Para

las veredas del corregimiento del Ingenio del municipio Sandoná en el Departamento de Nariño se han identificado cortes diarios de energía eléctrica, entre 1 y 2 horas aproximadamente, lo que significa una pérdida de producción de 2 a 3 botijas (2.000 litros) de jugo de caña al día, esto equivale a 75 pacas de panela, con un costo aproximado de COP\$4.650.000. Se estima entonces que las pérdidas mensuales para un productor estarían alrededor de los COP\$93.000.000, siendo una cantidad significativa para esta industria. Otro aspecto a considerar es la falta de asistencia técnica, debido a que, para acceder al personal técnico requerido para el diagnóstico, mantenimiento y reparación de los equipos del trapiche, se debe acudir a la ciudad de Pasto, capital del Departamento, de la misma forma el desplazamiento a la capital es necesaria para la compra de repuestos o nuevo equipo en que caso de que el actual haya finalizado su vida útil.

En el municipio de Sandoná los trapiches hacen parte de la cultura y tradición, además de ser un aporte importante a la economía. En este municipio al realizar una encuesta a los propietarios de distintos trapiches, estos manifestaron que gran parte de los costos de producción son debidos a el costo de electricidad, ya que esta se usa como principal fuente energética seguida de la combustión de la leña, evidenciando el consumo energético como un factor de impacto económico para la producción panelera local, lo cual disminuye la rentabilidad de la producción y es fuente de emisión de gases contaminantes, que contribuyen al efecto invernadero y al cambio climático.

Como medida para el mejoramiento de la eficiencia energética en organizaciones se implementa la norma ISO 50001 la cual facilita una herramienta para establecer sistemas y procesos requeridos para mejorar el desempeño energético, la eficiencia energética y el consumo de energía.

En este artículo se presenta la caracterización energética de los trapiches en el proceso de producción de panela en 4 veredas del corregimiento El Ingenio en el municipio de Sandoná - Nariño, esto por medio de una investigación descriptiva de tipo mixto, apoyada en la implementación de las recomendaciones de la normativa ISO 50001. Implantar un sistema de gestión de la energía permitirá a largo plazo no sólo el ahorro energético y económico sino aportar al cuidado del medio ambiente mediante el aprovechamiento de los recursos energéticos que sean no contaminantes y el uso de energías renovables bajo criterios de sostenibilidad medioambiental.

Por medio de este proyecto se obtendrá un diagnóstico energético del proceso productivo en los trapiches del municipio de Sandoná, corregimiento El Ingenio, especificando el consumo actual de energía representado en unidades de medida de potencia, las fuentes energéticas de biomasa que utiliza cada uno de los cuatro trapiches, un análisis de costos de cada trapiche de acuerdo al consumo energético actual, diagramas de consumo de procesos y diagramas de control del sistema productivo, una serie de acciones que permitan mejorar en el corto plazo la eficiencia del proceso de producción de panela en los trapiches y finalmente recomendaciones puntuales para el proceso o equipos a partir de la información obtenida

Como este proyecto de investigación ha habido otros antecedentes en el campo de eficiencia energética en el sector industrial del municipio de Pasto [7], tales como:

- Diagnóstico energético inicial para la implementación de un sistema de gestión integral de la energía para la industria "Pofrescol- Ltda" en la ciudad de San Juan de Pasto.
- Estudio de caracterización energética de la empresa Molinos Nariño en la ciudad de San Juan de Pasto.
- Implementación de un Sistema de Gestión Integral de Energía. Primera etapa: de la eficiencia energética, en

el Grupo Empresarial La Bonanza en la ciudad de San Juan de Pasto.

II. OBJETIVOS

Como objetivo principal de esta investigación se planteó realizar el diagnóstico energético del proceso productivo en trapiches de las veredas El plan, El pueblo y San Fernando en el Corregimiento El Ingenio – Municipio de Sandoná-Nariño, para mejorar su eficiencia energética.

A. Objetivos específicos:

- Determinar la línea base de consumo energético para cada trapiche, de acuerdo al consumo actual de energía eléctrica representado en unidades de medida de potencia.
- Analizar el proceso de fabricación de panela y de los costos asociados al consumo de energía eléctrica en los trapiches seleccionados.
- Proponer una serie de acciones que permitan mejorar en el corto plazo la eficiencia eléctrica del proceso de producción de panela en los trapiches.

III. MARCO TEÓRICO

A. Proceso de producción de la panela:

La producción de panela consta de ocho etapas principales tales como el corte y apronte de la caña, molienda, limpieza, clarificación, evaporación y concentración, batido – moldeo y finalmente el empaquetado [8]. A continuación, se detallan cada una de estas etapas:

- Apronte: Esta etapa corresponde al proceso de corte, alce y transporte (CAT) de la caña, este proceso se realiza únicamente cuando la caña está en su maduración y tiene el mayor contenido de sólidos solubles y nivel de sacarosa máximo. Esta caña recolectada se almacena en la ubicación del trapiche máximo por 3 días, ya que posterior a este tiempo, disminuye la calidad de la panela.
- Molienda: Se le denomina así al proceso de extracción de jugos, donde se consiguen extracciones del 58% a 63% cuando se ha realizado de la mejor manera el cultivo de la caña y se ha recolectado en su proceso de maduración, esto se traduce de 580 kg a 630 kg por cada tonelada de caña. De esta etapa se obtienen el jugo crudo y el bagazo.
- Limpieza: Se retira de forma manual la cachaza y las partículas de bagazo del jugo de la caña obtenido.
- Clarificación: Calentando los jugos hasta la temperatura de ebullición y con la ayuda de fluculantes, se retiran las impurezas que se aglutinan en la superficie. La espuma obtenida no se desecha, se aprovecha para la producción de melaza como alimento para el ganado.
- Evaporación y concentración: Se evapora el agua concentrando los azúcares, para esto primero se lleva hasta 70°C donde se obtienen las "mieles", luego en los 96°C se alcanza la concentración de sólidos apropiada, para entre los 120°C a 125°C obtener el "punto de panela" adecuado para el batido y moldeo.
- Batido: Se saca la panela de la hornilla y se sacude fuertemente con el fin de modificar su textura y disminuir la adherencia. En este proceso los cristales de sacarosa adquieren porosidad permitiendo que al enfriarse la panela se compacte.
- Moldeo: Se da forma a la panela en los moldes y se deja enfriar hasta que sea compactada.

- **Empaquetado:** Se empaqueta la panela en plástico (aunque es poco frecuente, también se puede realizar en aluminio) y se pueden agrupar en costales, cartones o plástico, siendo recomendado el cartón para evitar la absorción de humedad.

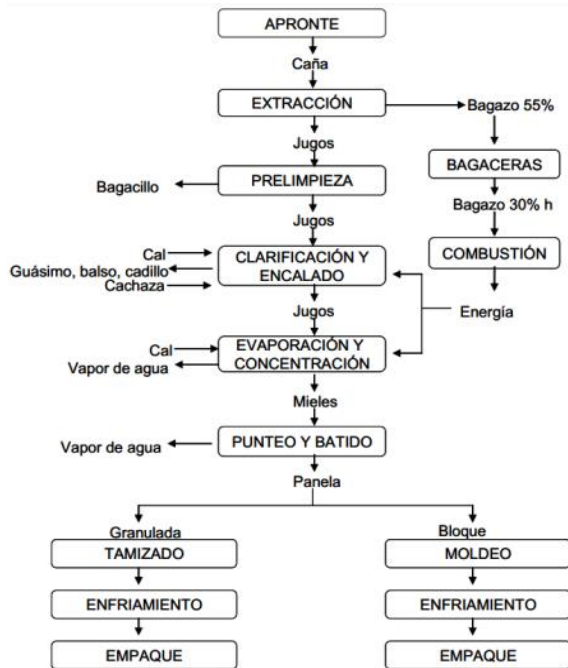


Fig. 1: Proceso de producción de panela. Tomada de: H. García, Programa de Procesos Agroindustriales, Mosquera: Corpoica, 2006

B. Sistema de gestión energética ISO 50001

La adopción de la Norma Técnica Colombiana ISO 50001 permite a las organizaciones el establecimiento de sistemas y procesos necesarios para mejorar el desempeño energético y uso racional de la energía en un entorno de mejora continua, esto unido a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero e impactos ambientales relacionados con el consumo y generación de energía. Por lo cual su implementación genera beneficios como los siguientes:

- Mejora de la productividad y competitividad
- Disminución de gasto energético
- Identificación de ineficiencias energéticas
- Detección y rápida respuesta de fallas que ocasionan sobre consumos energéticos
- Efectividad del mantenimiento
- Facilita la innovación empresarial e imagen de marca
- Cumplimiento de requerimientos legales relacionados con la energía
- Reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Esta normativa no da directrices directas sobre la gestión energética debido a que está enfocada en que su implementación pueda ser dada en cualquier organización, independiente de su tamaño, industria o localización, en vez de ello provee un enfoque sistemático dirigido a buscar ventajas competitivas en el consumo energético y posibles ahorros relacionados con el mismo. Lo anterior implementando el ciclo Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA) [9].

C. Caracterización Energética de la Empresa según el Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE)

El SGIE es un sistema puesto a disposición por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), el cual tiene como objetivo general eliminar el uso improductivo de la energía, reduciendo costos y disminuyendo el impacto ambiental sin sacrificar la productividad. Este sistema cuenta con 3 etapas principales tales como, decisión estratégica, instalación del sistema de gestión integral de la energía y operación del sistema de gestión integral de la energía. Dentro de la etapa de decisión estratégica se distinguen 3 actividades, caracterización energética de la empresa, compromiso de la alta dirección, alineación de estrategias y definición y conformación de la estructura técnica y organizacional.

Dentro de la actividad de caracterización energética de una empresa del SGIE se identifica el estado de la empresa en la administración y uso eficiente de la energía, esto por medio de herramientas de caracterización para determinar el potencial global de ahorro por medio de la reducción de variabilidad operacional, el mejoramiento de la planeación de producción y la mejora técnica-organizativa, esto dirigido siempre hacia la innovación en los procesos productivos y la implementación tecnológica dentro de los mismos [10].

IV. METODOLOGÍA

Con el propósito de dar cumplimiento a los objetivos planteados, se diferenciaron 4 fases con sus respectivos procedimientos, tal como se muestra en la tabla 1.

TABLA I
PROCEDIMIENTO E INSTRUMENTOS.

Procedimientos	Instrumentos
Identificación del problema	Entrevista a productores.
Caracterización del proceso productivo de panela	Entrevista a productores. Análisis documental. Revisión in situ.
Diagnostico energético de los trapiches	Encuesta descriptiva de enfoque mixto. Análisis de especificaciones.
Evaluación de resultados	Análisis de resultados. Recomendaciones de mejora. Definición de trabajo futuro.

A. Identificación del problema

Para esta se realizará una entrevista no estructurada a cuatro productores de panela del corregimiento El Ingenio en el municipio de Sandoná, esto con el fin de obtener información de primera mano acerca de los procedimientos, métodos y problemáticas en la producción de panela a nivel local.

B. Caracterización del proceso productivo de la panela

Para esta fase se realizará una entrevista no estructurada para conocer a fondo acerca de las etapas para la producción de panela, esto unido a una revisión documental y una visita de campo que permita reconocer dichos procedimientos y tomar datos necesarios para la caracterización.

C. Diagnóstico energético de trapiches

Para esta fase se realizará una encuesta de tipo descriptivo, donde se reconozcan variables cualitativas y cuantitativas para así realizar un adecuado diagnóstico energético con el fin de obtener una base para la implementación del sistema de gestión integral de la energía

eléctrica, además de la medición de variables de consumo energético en los trapiches. La encuesta se diseña teniendo en cuenta los lineamientos de la norma ISO 50001. Esta información será complementada con fuentes secundarias como libros, revistas, artículos, páginas web, trabajos de grado que enmarquen la misma línea de investigación.

D. Evaluación de resultados

En esta fase se realizará la discusión de los resultados obtenidos con la caracterización del proceso productivo y el diagnóstico energético de los trapiches. Posterior a ello se darán recomendaciones de mejora dirigidas a la disminución del consumo energético, mejora de la eficiencia energética y reducción del impacto medio-ambiental.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto se deben tener en cuenta distintos componentes principales tales como los trapiches y la encuesta descriptiva de diagnóstico energético.

A. Trapiches

Se identifican cuatro trapiches:

- Trapiche “La Carmelita” ubicado en la vereda Pueblo centro, su propietario es el señor Jairo Cajigas Córdoba, su trapiche funciona con un motor trifásico marca WEG de 40Hp
- Trapiche “El abuelo” ubicado en la vereda San Fernando del corregimiento del Ingenio su propietario es el señor Wbeimar Gerardo Martínez Montero, el trapiche funciona con un motor trifásico SIEMENS de 20Hp.
- Trapiche “La Cabañita” ubicado en la vereda Plan Ingenio, su propietario es el señor Nolberto Martínez, este trapiche funciona con un motor trifásico SIEMENS de 50Hp.
- Trapiche “Tres Esquinas” de la vereda Pueblo Centro, su propietario es Víctor Alfonso Figueroa, este trapiche cuenta con un motor trifásico SIEMENS de 30Hp.

B. Encuesta descriptiva de diagnóstico energético.

Esta encuesta está dirigida a evidenciar el conocimiento de los productores acerca de la NTC ISO 50001, evidenciar el estado de los trapiches e identificar posibles mejoras en el proceso productivo de la panela (Ver Anexo A).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Identificación del programa

Para establecer el problema y generar una metodología de investigación dirigida hacia la gestión integral de la energía, se realizó un proceso de entrevista no estructurado donde se reconoció la importancia del consumo energético en el proceso productivo de panela, representando estos los costos más importantes de dicho proceso y la principal causa de paradas de producción, evidenciando así la necesidad de una gestión activa de la energía en búsqueda de la reducción de costo y aumento de la eficiencia energética.

B. Caracterización del proceso productivo de la panela

Al realizar la visita y entrevistar a los productores de las veredas de pueblo centro, San Fernando y Plan ingenio del municipio de Sandoná, se obtuvo una visión detallada acerca del proceso productivo de panela a nivel local, conociendo la duración de cada etapa (ver subsección A del marco teórico), el tipo de energía requerida para realizar el proceso de dicha etapa y el resultado del proceso, información que se consolida en la tabla 2.

TABLA II
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

Etapa de producción	Tiempo	Energía requerida	Res. del proceso
Apronte	8 horas	Manual	Caña madura cortada
Molienda (Por botija)	2-3.5 horas	Eléctrica	2500 l. de guarapo. Bagazo
Limpieza	1 hora	Manual	Jugo de Caña Prelimpiado
Clarificación	Constante durante el tiempo de producción	Calorífica (Hornilla). Manual	Jugo de Caña. Espuma para melaza
Evaporación	4 horas	Calorífica (Hornilla)	Punto de panela.
Batido	1 hora	Manual	Panela espesa
Moldeo	1 hora	Manual	Panela en bloque
Empaquetado	3 horas	Eléctrica Manual	Panela para distribución

Adicional a lo anterior se aprovecho la visita de campo para adquirir material fotográfico de los 4 trapiches en estudio, las cuales se pueden observar en las figuras de la 2 a la 5, como se refleja en las imágenes el proceso de producción aún es artesanal, asistido por medio de motores para facilitar la molienda.



Fig. 2: Motor del trapiche “La Carmelita”



Fig. 3: Motor del trapiche “El abuelo”



Fig. 4: Motor del trapiche "La Cabañita"



Fig. 5: Motor del trapiche "Tres Esquinas"

Además, se obtuvo un cuadro comparativo de las características de cada uno de los motores que usan los trapiches, la cual se evidencia en la tabla 3.

TABLA III

CARACTERIZACIÓN DE LOS MOTORES DE LOS TRAPICHES.

LA CARMELITITA Motor WEG 40 Hp y 1800 rpm	
Voltaje nominal	220/440 V
Corriente nominal	74.0/37.0 A
Frecuencia	60 Hz
Potencia	40 HP (30 kW)
Corriente de arranque	533/266 A
Torque nominal	87.8 ft.lb
Rotación nominal	1765 RPM
Factor de potencia	0.85
EL ABUELO Motor SIEMENS de 20 Hp y 1800 rpm	
Voltaje nominal	220V / 380V / 440V
Corriente nominal	51A / 29.5A / 25.5A
Frecuencia	60 Hz
Potencia	15 KW
Corriente de arranque	408A / 236A / 204A
Torque nominal	81.4 Nm
Rotación nominal	1760 RPM
Factor de potencia	0.84
LA CABAÑITA SIEMENS 50 HP y 1200 rpm	

Voltaje nominal	220V / 380V / 440V
Corriente nominal	132A / 76A / 66A
Frecuencia	60 Hz
Potencia	37 Hp
Corriente de arranque	1122A / 646A / 561A
Torque nominal	299 Nm
Rotación nominal	1182 rpm
Factor de potencia	0.80
TRES ESQUINAS SIEMENS 30 HP y 900 rpm	
Voltaje nominal	220V / 440V
Corriente nominal	81.4A / 40.7A
Frecuencia	60 Hz
Potencia	15 kW
Corriente de arranque	692A / 346A
Factor de potencia	0.87

C. Diagnostico energético de los trapiches

Con el fin de realizar este diagnostico se tuvo en cuenta los lineamientos dados por la norma ISO 50001 y se realizó una encuesta descriptiva (ver anexo 1), donde se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 4.

TABLA IV

CARACTERIZACIÓN DE LOS MOTORES DE LOS TRAPICHES.

Descripción de la pregunta	La Carmelita	El Abuelo	La Cabañita	Tres Esquinas
Conoce la norma ISO 50001	Si	No	No	Si
El trapiche funciona con energía eléctrica	Si	Si	Si	Si
Sabe porque el aumento del consumo de energía	Si	Si	Si	Si
Sabe cuál es la energía reactiva	Si	Si	No	Si
Sabe cuál es la energía activa	Si	Si	Si	Si
Cuenta con un banco de condensadores	Si	Si	No	Si
El motor tiene fugas energéticas	No	Si	No	No
Posee un motor secundario o de reemplazo	No	Si	Si	No
Se siente conforme por el costo de energía eléctrica de su trapiche	No	Si	Si	No
Implementaría un método que haga que su trapiche demande menos energía	Si	Si	Si	Si
Pagaría por implementar una solución que reduzca el consumo energético	Si	Si	Si	Si
Implementa acciones para la reducción de impactos	Si	Si	Si	Si
Conoce la capacidad de producción de su trapiche	Si	Si	Si	Si
Cuenta con un plan de mantenimiento preventivo	Si	Si	Si	Si
Le hace mantenimiento al molino del trapiche	Si	Si	Si	Si
Realiza la contabilidad necesaria para recopilar información para la toma de decisiones	Si	Si	No	Si
El trapiche maneja sistemas informáticos para algunos de sus procesos	No	No	No	No
El trapiche cuenta con el manual necesario para conocer sus funciones, procedimientos o procesos	No	No	No	No
Se tiene dinero destinado para la compra de algún repuesto si llegara a ser necesario	Si	Si	Si	No

D. Análisis de resultados y discusión

Para establecer el problema y caracterizar el sistema fue necesario conocer las experiencias de sus productores del corregimiento el ingenio, donde por medio de entrevista se

reconoció la importancia de la gestión de energía en el proceso productivo, esto se evidenció de manera notoria en la caracterización del proceso de producción, ya que cerca del 48% del proceso depende del uso de la energía eléctrica o calorífica, lo cual se ve traducido en costos de energía elevados y aumento de emisión de gases contaminantes.

Con la encuesta descriptiva, se logró evidenciar oportunidades de mejora tales como:

- Se requiere socializar la normativa ISO dentro de los procesos de agricultura que requieran la implementación tecnológica.
- Se requiere la implementación del ciclo de mejoramiento continuo PHVA, esto con el fin de tener estrategias y planes de acción que respondan a las necesidades organizacionales, así como a los requerimientos de mantenimientos preventivos y correctivos, esto unido con la evaluación y planificación continua.
- Hay oportunidades de innovación tecnológica en las distintas etapas de producción, lo cual puede mejorar la eficiencia y productividad del sistema.
- Es necesaria la implementación de manuales, que contengan la información de los equipos, así como guías para conocer e instruirse en sus funciones, procedimientos y procesos, esta también deberá contener los planes de mantenimiento y los procedimientos necesarios para realizarlos.

E. Recomendaciones de mejora

Teniendo en cuenta las problemáticas y oportunidades evidenciadas se plantean las siguientes recomendaciones para mejorar el sistema de producción panelera:

- Realizar la documentación de las etapas productivas, unido con el funcionamiento y estado de los equipos.
- Implementar sistemas de recuperación de calor con el fin de disminuir el consumo de leña y bagazo, reutilizando el calor residual y favoreciendo el cumplimiento de las normativas ambientales, debido a que disminuye la salida de GEI (Gases de Efecto Invernadero).
- La Implementación de sistemas de energización solar representa una buena alternativa debido a que las veredas se encuentran en zonas apartadas donde el suministro energético es de poca calidad e inestable. Debido a la anterior un sistema off-grid o híbrido representan una solución energética para proveer un suministro energético a pesar de los cortes de energía regulares.
- Actualización de los equipos que presentan fugas energéticas y que pueden tener eficiencias superiores a los equipos actuales.

VII. CONCLUSIONES

La implementación tecnológica es de vital importancia en los procesos de agricultura, proporcionando ventajas en la producción y eficiencia agronómica, en este proceso el consumo energético compone gran parte del costo de producción por lo cual es necesario implementar estrategias de gestión integral de la energía, reduciendo costos y aumentando la productividad en la producción.

En la realización de este proyecto fue menester el contacto con los productores para así reconocer las problemáticas presentes en la producción panelera, contribuir para la realización de la caracterización del proceso productivo y realizar el acercamiento de campo para reconocer la estructura de producción del sistema y las variables de interés para el diagnóstico energético.

La NTC ISO 50001 es una herramienta de gran utilidad para establecer procedimientos y sistemas que mejoren el desempeño energético en los procesos productivos de una

organización, se hace necesario que esta normativa sea socializada e implementada por los productores por medio de la estrategia de mejoramiento continuo PHVA, fortaleciendo actividades de documentación, planificación, supervisión y verificación activa, esto junto al mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos de producción agrícola.

La caracterización de los procesos productivos es de vital importancia para reconocer oportunidad de innovación y mejora dentro de la producción. Gracias a esto en este proyecto se reconocieron falencias en la documentación, planificación de mantenimientos y la reducida tecnificación y automatización de los procesos productivos paneleros en los puntos de producción de panela tenidos en cuenta en esta investigación.

REFERENCIAS

- [1] H. I. VELÁSQUEZ ARREDONDO y F. & A. CHEJNE JANNA, Diagnóstico energético de los procesos productivos de la panela en Colombia, Pasto: Universidad Nacional de Colombia, 2004.
- [2] Fedepanela, «Exportaciones de panela crecieron un 40% entre enero y julio de 2019,» 2019. [En línea]. Available: <https://fedepanela.org.co/gremio/exportaciones-de-panela-crecieron-un-40-entre-enero-y-julio-de-2019/#:~:text=Donde%20los%20principales%20de%20de,de%20USD%20>.
- [3] Prensa y Comunicación Gobernación de Nariño, «Gobernación de Nariño fortalece al sector panelero a través de la ciencia e investigación,» 23 02 2022. [En línea]. Available: <https://sitio.narino.gov.co/1025-2/#:~:text=Nariño%2C%20es%20el%20quinto%20productor,manera%20directa%20de%20esta%20economía>.
- [4] Gobernación de Nariño, «LA SECRETARÍA DE AGRICULTURA DE NARIÑO RESPALDA A PRODUCTORES DE PANELA,» 03 07 2019. [En línea]. Available: <http://2016-2019.narino.gov.co/inicio/index.php/sala-de-prensa/noticias/2168-la-secretaria-de-agricultura-de-narino-respalda-a-productores-de-panela#:~:text=El%20Departamento%20de%20Nariño%20actualmente,siendo%20uno%20de%20los%20renglones>.
- [5] Agronet MinAgricultura, «Fortaleciendo el sector panelero en Nariño de la mano de los productores,» 21 02 2022. [En línea]. Available: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Fortaleciendo-el-sector-panelero-en-Nariño-de-la-mano-de-los-productores.aspx>.
- [6] M. d. Agricultura, Estudio del mercado de la panela en Colombia y el mundo, 2012.
- [7] P. y. J. H. Hernández, Diagnóstico energético inicial para la implementación de un sistema de gestión integral de la energía para la industria “pofrescol- Ltda” en la ciudad de san juan de pasto, San Juan de Pasto, 2018.
- [8] M. A. Perez, PROCESOS DE FABRICACIÓN DE PANELA Y SU APLICACIÓN A PROYECTOS DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL CASO

COLOMBIANO, Bogota: Universidad Militar Nueva Granada, 2014.

- [9] RED COLOMBIANA DE CONOCIMIENTO EN EFICIENCIA ENERGÉTICA – RECIEE, Implementación de un sistema de Gestión de la Energía Guía con base en la norma ISO 50001, Segunda Version, 2019.
- [10] Ministerio de Minas y Energía – Unidad de Planeación Minero Energética, Sistema de Gestión Integral de la Energía - Guía para la Implementación, Bogota, 2008.

ANEXO 1

ENCUESTA PARA TRAPICHES PRODUCADORES EN EL CORREGIMIENTO DEL INGENIO - NARIÑO SEGÚN LA NORMA ISO 500001					
FECHA: DD/MM/AAAA					
NOMBRE DE QUIEN RESPONDE LA ENCUESTA:					
TELEFONO:					
NIVEL DE ESTUDIO:		PRIMAR <input type="checkbox"/> BACHILLER <input type="checkbox"/> TECNICO <input type="checkbox"/> TECNOLOGO <input type="checkbox"/> PROFESIONAL <input type="checkbox"/>			
ROL DEL ENCUESTADO:		ADMINISTRADOR : <input type="checkbox"/>		PROPIETARIO: <input type="checkbox"/>	
MARCA DEL MOTOR DEL TRAPICHE:					
NOMBRE DEL PREDIO O (VEREDA):					
TIEMPO DE OPERACIÓN DEL TRAPICHE:	MENOS DE 1 AÑO:	ENTRE 1 Y 10 AÑOS	ENTRE 11 Y 20 AÑOS	ENTRE 21 Y 30 AÑOS	MÁS DE 30 AÑOS
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARQUE CON UNA (X)					
PREGUNTAS:			SI	NO	
1	¿CONOCE USTED ACERCA DE LA NORMA ISO 500001?				
2	¿EL TRAPICHE FUNCIONA CON ENERGÍA ELÉCTRICA?				
3	¿SABE USTED PORQUE SU TRAPICHE PUEDE TENER UN AUMENTO EN EL CONSUMO DE ENERGÍA?				
4	¿CONOCE USTED CUAL ES LA ENERGÍA REACTIVA DE SU TRAPICHE?				
5	¿CONOCE USTED CUAL ES LA ENERGÍA ACTIVA DE SU TRAPICHE?				
6	¿SU TRAPICHE CUENTA CON BANCO DE CONDENSADORES?				
7	¿SABE USTED SI SU MOTOR TIENE FUGAS ENERGETICAS?				
8	¿EL TRAPICHE CUENTA CON UN MOTOR SECUNDARIO O DE REEMPLAZO?				

9	¿ESTA USTED CONFORME CON EL COSTO QUE DEBE PAGAR EN SU RECIBO DE ENERGÍA POR SER PROPIETARIO DE UN TRAPICHE PRODCUTOR ACTIVO?		
10	¿AL POSEER UN TRAPICHE SABE USTED PORQUE SU RECIBO DE ENERGÍA ELECTRICA PUEDE LLEGAR MÁS COSTOSO EN ALGUNAS OCASIONES?		
11	¿DESEARÍA IMPLEMENTAR UN METODO QUE HAGA QUE SU TRAPICHE DEMANDE MENOS CONSUMO DE ENERGÍA?		
12	¿PAGARIA USTED POR IMPLMENTAR UNA SOLUCIÓN PARA QUE EL CONSUMO DE ENERGÍA DE SU TRAPICHE SEA MENOS AL IGUAL QUE EL COSTO DE ENERGÍA?		
13	¿EL TRAPICHE IMPEMENTA ACCIONES PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES?		
14	¿CONOCE USTED LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE SU TRAPICHE?		
15	¿EL TRAPICHE CUENTA CON UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO?		
16	¿LE HACE USTED MANTENIMIENTO AL MOLINO DEL TRAPICHE?		
17	¿REALIZA USTED LA CONTABILIDAD QUE SE REQUIERE PARA TENER LA INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA TOMA DE DECISIONES?		
18	¿EL TRAPICHE MANEJA SISTEMAS INFORMÁTICOS PARA ALGUNO DE SUS PROCESOS?		
19	¿EL TRAPICHE CUENTA CON MANUAL DE FUNCIONES, PROCEDIMIENTOS Y/O PROCESOS?		
20	¿EL TRAPICHE CUENTA CON DINERO DESTINADO A LA COMPRA DE ALGÚN RESPUESTO EN EL CASO DE QUE SE NECESITE?		