	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 1 de 7</b>

26.

<b>FECHA</b>	lunes, 28 de mayo de 2018
--------------	---------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad


<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Extensión Soacha
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ingeniería
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Industrial

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Orjuela Rueda	Mayra Alejandra	1032472576
Vasquez Casallas	Cristian Esneider	1030615265

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 2 de 7</b>

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Castro Mateus	Carlos Eduardo

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>TECNIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PANELERA EN LA VEREDA “EL ZANCUDO” EN EL MUNICIPIO DE VERGARA, CUNDINAMARCA.</b>

<b>SUBTÍTULO</b> (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:</b> Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Ingeniero Industrial

<b>AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
17/05/2018	114

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS</b> (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1.Azucar	Sugar
2.Producción industrial	Industrial production
3.Cosecha	Harvesting
4.Producción agrícola	Agricultural production
5.Análisis comparativo	Comparative analysis
6.Combustión	Combustion

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 3 de 7</b>

### RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Resumen: La producción de panela representa una de las agroindustrias de mayor tradición en América Latina y el Caribe, ubicándose Colombia como segundo país con más consumo de panela a nivel mundial. A pesar de su importancia económica y social se encuentra enmarcada en un contexto de economía campesina, donde la mayor parte de sus productores dependen de ella para poder subsistir; en la Vereda El Zancudo, municipio de Vergara, Cundinamarca presenta características de manejo tradicional donde este aspecto y la capacidad de inversión hacen muy difícil los procesos de mejoramiento.

Con el fin de mejorar la calidad de vida de los campesinos de la Vereda El Zancudo se llevó a cabo la investigación mediante 3 fases metodológicas comprendidas en 1. un diagnóstico del sector, determinando características de los procesos productivos realizados por los pequeños productores mediante métodos cuantitativos, matrices de composición analítica, que ayudaron a caracterizar y determinar el estado competitivo de la vereda. 2. se analizaron e identificaron las diferentes alternativas de tecnificación que podrían ser implementadas en la vereda, 3. por medio de matrices de evaluación que determinen porcentajes relativos y absolutos de variables a comparar entre sí llevaron a optar por el modelo con mayor adaptabilidad al sector. Determinando que en la zona es posible implementar el sistema por múltiple efecto cumpliendo con los requerimientos mínimos del sistema con un nivel productivo base de 300 kg/h.

Abstract: The production of unrefined sugar represents one of the most traditional agro-industries in Latin America and the Caribbean, Colombia As the second country with more unrefined sugar consumption at the global



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 4 de 7</b>

level. In spite of its economic and social importance is framed in a context of peasant economy, where most of its producers depend on it to survive; in the village of El Zacundo, municipality of Vergara, Cundinamarca presents the characteristics of traditional management where this aspect and the investment capacity make it very difficult processes of improvement.

With the aim of improving the quality of life of the peasants of the village of El Zancudo was made a diagnosis of the sector, identifying characteristics of the productive processes carried out by small producers through quantitative methods, analytical composition matrices, which helped to characterize and determine the competitive state of the sidewalk. In addition were analyzed and identified the different alternatives of modernization that could be implemented on the sidewalk, by means of evaluation matrices that by means of percentages and absolute numbers of variables to compare led to opt for the model with greater adaptability to the sector.

### AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 5 de 7</b>

3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, *“Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”*, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 6 de 7</b>

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI \_\_ NO \_\_X\_\_.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general,

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 7 de 7</b>

contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.




**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.


La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. Tecnificación de los procesos de producción panelera en la vereda “el	Texto

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 8 de 8</b>

zancudo" en el municipio de Vergara, Cundinamarca.pdf	
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafa)</b>
Orjuela Rueda Mayra Alejandra	
Vasquez Casallas Cristian Esneider	

12.1.50



**TECNIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PANELERA  
EN LA VEREDA “EL ZANCUDO” EN EL MUNICIPIO DE VERGARA,  
CUNDINAMARCA.**

**MAYRA ALEJANDRA ORJUELA RUEDA  
CRISTIAN ESNEIDER VASQUEZ CASALLAS**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA INDUSTRIAL  
SOACHA  
2018**

**TECNIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PANELERA  
EN LA VEREDA “EL ZANCUDO” EN EL MUNICIPIO DE VERGARA,  
CUNDINAMARCA.**

**MAYRA ALEJANDRA ORJUELA RUEDA  
CRISTIAN ESNEIDER VASQUEZ CASALLAS**

**Trabajo monográfico de investigación para optar por el título de  
Ingeniero Industrial**

**Director  
CARLOS EDUARDO CASTRO MATEUS  
Administrador de Empresas**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA INDUSTRIAL  
SOACHA  
2018**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

## TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO .....	9
RESUMEN .....	10
ABSTRACT .....	11
1. INTRODUCCIÓN .....	12
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	14
2.1. PLANTEAMIENTO.....	14
2.2. FORMULACIÓN .....	14
2.3. JUSTIFICACIÓN.....	15
3. OBJETIVOS .....	16
3.1. OBJETIVO GENERAL .....	16
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4. MARCO REFERENCIAL .....	17
4.1. ANTECEDENTES.....	17
4.1.1. Entorno mundial .....	17
4.1.2. Entorno nacional .....	18
4.1.3. Participación por departamento.....	19
4.2. MARCO TEORICO .....	23
4.2.1. Proceso de producción de panela tradicional.....	23
4.2.2. Cadena Productiva.....	26
4.2.3. Modelos de tecnificación .....	29
4.3. MARCO LEGAL .....	43
4.4. MARCO CONCEPTUAL .....	44
5. DISEÑO METODOLÓGICO .....	46
5.1. ZONA DE ESTUDIO .....	46
5.1.1. Diagnóstico Del Sector Panelero Región Gualivá, Departamento de Cundinamarca. ....	46
5.2. METODOLOGIA APLICADA.....	48
5.2.1. Etapa conceptualización. ....	49
5.2.2. Etapa de Desarrollo.....	50

5.2.3. Etapa Finalización.....	52
6. ANÁLISIS DEL ENTORNO .....	53
6.1. ASPECTOS GENERALES TRAPICHES VEREDA ZANCUDO.....	53
6.1.1. Hornilla panelera actual en la zona. ....	55
6.1.2. Área de generación de calor. ....	56
6.2. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES EXTERNOS (EFE) .....	58
6.2.1. Oportunidades dentro de la agroindustria panelera .....	59
6.2.2. Amenazas al sector panelero .....	60
6.3. MATRIZ DE PERFIL COMPETITIVO (MPC) .....	62
6.5. COMPORTAMIENTO DE LOS PRECIOS DE LA PANELA.....	69
7. ANÁLISIS MODELOS DE TECNIFICACIÓN.....	71
7.1. SISTEMA TRADICIONAL .....	71
7.2. CÁMARA DE COMBUSTIÓN PLANA – CIMPA .....	76
7.3. CÁMARA DE COMBUSSTIÓN WARD – CIMPA.....	78
7.4. SISTEMA DE EVAPORADORES DE MÚLTIPLE EFECTO .....	79
8. COMPARATIVO MODELOS DE TECNIFICACIÓN .....	82
8.1. MEJORA DE CULTIVOS.....	82
8.2. COSTO MATERIA PRIMA E INSUMOS:.....	83
8.2.1. Cal.....	83
8.2.2. Caña.....	84
8.2.3. Jornal .....	84
8.2.4. Costo por electricidad (aplica Únicamente al sistema Múltiple Efecto)	84
8.3. COSTOS DE PRODUCCIÓN .....	86
8.4. TIEMPOS DE OPERACIÓN .....	87
8.5. COMPARACIÓN MODELOS DE TECNIFICACIÓN PANELERA .....	88
9. CONCLUSIONES.....	92
10. RECOMENDACIONES .....	94
11. REFERENCIAS.....	96
A N E X O S .....	99
ANEXO A. Plano de una hornilla panelera Ward-Cimpa .....	100

ANEXO B. Plano de una hornilla panelera Plana-Cimpa.....	102
ANEXO C. Plano de un sistema múltiple efecto .....	104
ANEXO D. Intercambiadores de calor .....	105
ANEXO E. Descripción de las variedades para producción de panela.....	107
ANEXO F. Formato de encuesta empleado en la visita de campo.....	110

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Peso relativo de países productores de panela .....	17
Tabla 2. Tipos de producción por zona .....	21
Tabla 3. Principales Productores de Panela en Colombia. ....	28
Tabla 4 . Eficiencia exergética para las distintas configuraciones en la cámara Ward – CIMPA. ....	37
Tabla 5. Eficiencia exergética para las distintas configuraciones en la cámara Plana-CIMPA. ....	38
Tabla 6. Especificaciones de la caldera .....	41
Tabla 7. Sector panelero en Vergara .....	47
Tabla 8. Oportunidades / Amenazas al Sector Panelero en Colombia .....	61
Tabla 9. Perfil competitivo .....	63
Tabla 10. Diagrama de procesos. ....	72
Tabla 11. Diagrama de flujo de procesos-Consolidado .....	73
Tabla 12. Tiempo manejo de materiales .....	74
Tabla 13. Información técnica y productiva sistema tradicional. ....	76
Tabla 14. Costos de implementación Sistema Plana- Cimpa .....	76
Tabla 15. Información técnica y productiva Plana-Cimpa .....	77
Tabla 16. Costo de implementación sistema Ward Cimpa.....	78
Tabla 17. Información técnica y productiva Ward-Cimpa.....	79
Tabla 18. Costo de implementación sistema Evaporación cerrada .....	79
Tabla 19. Información técnica y productiva Evaporación cerrada. ....	80
Tabla 20 Cualidades de la semilla CC 84-75 .....	82
Tabla 22. Especificaciones maquinaria con consumo de electricidad .....	85
Tabla 23. Comparativo costos de producción .....	86
Tabla 24. Tiempos operativos de los modelos.....	88
Tabla 25. Comparativo modelos de tecnificación.....	89

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Departamentos productores de panela en Colombia.....	19
Figura 2. Participación en la Producción de Panela por Departamento 2010. ....	20
Figura 3. Mapa de proceso para la producción de panela .....	24
Figura 4. Proceso tecnológico producción de panela .....	25
Figura 5. Cadena productiva y su industria.....	26
Figura 6. Pilares producción panelera .....	30
Figura 7. Líneas de fortalecimiento de la cadena productiva de caña panelera ....	31
Figura 8. Cámara de combustión PLANA-CIMPA.....	32
Figura 9. Hornilla tipo Plana-CIMPA .....	33
Figura 10. Hornillas tipo Ward-CIMPA .....	34
Figura 11. Cámara de combustión Ward-CIMPA.....	36
Figura 12. Energía suministrada al proceso productivo de la panela.....	39
Figura 13. Especificaciones de bomba de alimentación de jugos.....	41
Figura 14. Sistema de evaporadores de múltiple efecto. ....	42
Figura 15. División política y localización de la Provincia de Gualivá .....	46
Figura 16. Metodología de Desarrollo.....	48
Figura 17. Ficha técnica encuesta aplicada.....	49
Figura 18. Distribución en planta de un trapiche panelero en la vereda Zancudo. ....	53
Figura 19. Cámara de combustión trapiche vereda el Zancudo.....	55
Figura 20. Cámara de combustión tradicional.....	56
Figura 21. Ducto cámara de combustión .....	57
Figura 22. Pailas trapiche vereda el zancudo. ....	58
Figura 23. Actividades adicionales desarrolladas en la vereda.....	65
Figura 24. Ingresos Promedio mensuales.....	66
Figura 25. Porcentaje de ingresos dependiente de la producción de panela.....	66
Figura 26. Periodos de producción de panela.....	67
Figura 27. Cantidad de producción por jornada de trabajo. ....	67
Figura 28. Porcentaje agricultores que cuentan con un trapiche. ....	68
Figura 29. Interés del agricultor en conformar una cooperativa. ....	69
Figura 30. Comportamiento precios promedio por kilogramo 2016 .....	70
Figura 31. Niveles de mecanización en el proceso .....	75
Figura 32. Comparativo entre modelos de tecnificación .....	90
Figura 33. Nueva Distribución en planta de la planta piloto .....	91



## GLOSARIO

**Apronte:** Acción de recolectar la caña cortada, transportarla desde el sitio del cultivo hasta el trapiche y almacenarla.

**Bagacera:** Lugar de almacenamiento para el secado del bagazo de la molienda.

**Balso:** (*Heliocarpus popayanensis*) Esta planta pertenece la orden de las Malvales, familia de las Sterculiaceae. Es un árbol muy común en los climas templados del país. Mucílago vegetal extraído de la corteza de este árbol utilizado en el proceso de clarificación de los jugos de la caña, permitiendo el aglutinamiento y la floculación de las impurezas contenidas en los mismos.

**Bagazo:** Residuo que resulta después de la extracción del jugo de caña.

**BPA:** Buenas Prácticas Agrícolas; conjunto de prácticas que buscan garantizar la inocuidad de los productos agrícolas, la protección del ambiente, la seguridad y el bienestar de los trabajadores y la sanidad agropecuaria.

**BPM:** Buenas Prácticas de Manufactura; principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano.

**Brix:** Es la concentración de una solución de sacarosa pura en agua, que tiene la misma densidad que la solución a la misma temperatura.

**Cachaza:** Residuo resultante durante la clarificación del jugo de caña, que se separa por decantación en dos clarificadores.

**Caña de azúcar:** Material vegetal de alto contenido de azúcares, minerales, proteínas y otros componentes en menor proporción. Se constituye como la materia prima para la elaboración de panela y azúcar.

**Melote:** Es un subproducto de la agroindustria panelera que resulta de la deshidratación o cocinado de la cachaza y es utilizado en la alimentación animal.

**Panela:** Alimento para consumo humano. Producto sólido que se obtiene a través de la evaporación y concentración de los jugos de la caña de azúcar.

**Sacarosa:** Disacárido que se forma por la condensación de glucosa y fructosa con fórmula molecular de  $C_{12}H_{22}O_{11}$  y peso molecular de 342.

## RESUMEN

La producción de panela representa una de las agroindustrias de mayor tradición en América Latina y el Caribe, ubicándose Colombia como segundo país con más consumo de panela a nivel mundial. A pesar de su importancia económica y social se encuentra enmarcada en un contexto de economía campesina, donde la mayor parte de sus productores dependen de ella para poder subsistir; en la Vereda El Zancudo, municipio de Vergara, Cundinamarca presenta características de manejo tradicional donde este aspecto y la capacidad de inversión hacen muy difícil los procesos de mejoramiento.

Con el fin de mejorar la calidad de vida de los campesinos de la Vereda El Zancudo se realizó un diagnóstico del sector, determinando características de los procesos productivos realizados por los pequeños productores mediante métodos cuantitativos, matrices de composición analítica, que ayudaron a caracterizar y determinar el estado competitivo de la vereda. Además, se analizaron e identificaron las diferentes alternativas de tecnificación que podrían ser implementadas en la vereda, por medio de matrices de evaluación que por medio de porcentajes relativos y absolutos de variables a comparar entre sí llevaron a optar por el modelo con mayor adaptabilidad al sector.

## ABSTRACT

The production of unrefined sugar represents one of the most traditional agro-industries in Latin America and the Caribbean, Colombia As the second country with more unrefined sugar consumption at the global level. In spite of its economic and social importance is framed in a context of peasant economy, where most of its producers depend on it to survive; in the village of El Zacundo, municipality of Vergara, Cundinamarca presents the characteristics of traditional management where this aspect and the investment capacity make it very difficult processes of improvement.

With the aim of improving the quality of life of the peasants of the village of El Zancudo was made a diagnosis of the sector, identifying characteristics of the productive processes carried out by small producers through quantitative methods, analytical composition matrices, which helped to characterize and determine the competitive state of the sidewalk. In addition were analyzed and identified the different alternatives of modernization that could be implemented on the sidewalk, by means of evaluation matrices that by means of percentages and absolute numbers of variables to compare led to opt for the model with greater adaptability to the sector.

## 1. INTRODUCCIÓN

El departamento de Cundinamarca presenta bajos niveles de productividad en el procesamiento de panela, según información del DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) en datos arrojados en el Censo Nacional Agropecuario del año 2014 donde indica unos niveles de producción de 4,8 toneladas de panela por hectárea. Los bajos niveles de productividad que se evidencian en la zona son ocasionados por la tecnología obsoleta (sistemas tradicionales de procesamiento), sistemas de siembra y cultivos deteriorados, falta de asesoría, capacidades de producción limitadas entre otros (DANE, 2014).

Con el fin de superar las problemáticas anteriormente mencionadas en el sector productivo, se pretende plantear una mejora tecnológica en las actividades realizadas para la obtención de la panela en el Municipio de Vergara, optimizando las plantas y aportando a los productores herramientas, técnicas y conocimientos avanzados de la producción de la panela ajustado a los volúmenes de producción de la vereda “El Zancudo”, en aras de agrupar a los agricultores de la zona en una cooperativa donde garantice el trabajo continuo e incremento salarial de los productores.

Como fundamento teórico el proyecto fue llevado a cabo por medio de 3 pilares metodológicos de progreso (conceptualización, desarrollo y selección). Iniciando con un diagnóstico del sector panelero en la vereda, caracterizando los procesos productivos con el fin de obtener un amplio conocimiento del actual modo de operación, haciendo uso de herramientas de recolección de información como registro fotográfico y una encuesta realizada en la zona. En el segundo capítulo se identifican y describen los diferentes modelos de producción panelera que son susceptibles de ser implementados en la vereda, criterios como alimentación del modelo, capacidad de producción, eficiencia global del proceso, costos de implementación y de mantenimiento, permiten llegar a evaluar en un tercer capítulo las alternativas de tecnificación y optar por el modelo con mayor adaptabilidad al

sector; concluyendo en la vital importancia que la zona y sus agricultores lleven a cabo y acojan nuevos modelos técnicos desde puntos claves como la implementación de semillas mejoradas hasta la agrupación de los agricultores en una cooperativa con aras a la exportación de productos a los principales países, generando ingresos y oportunidades laborales a los agricultores de la vereda.

## **2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.1. PLANTEAMIENTO**

A pesar de su importancia económica y social en la generación de ingresos y de empleo, la agroindustria panelera en el municipio de Vergara departamento de Cundinamarca, presenta características de manejo tradicional donde el aspecto cultural y la capacidad de inversión, hacen muy difícil los procesos de mejoramiento. La no implementación de nuevas tecnologías a los procedimientos actuales de producción, da como resultado que los productores de la zona no sean competitivos frente a los demás departamentos productores como Santander y Boyacá. Esto hace que el sector panelero en el municipio esté sumido en la ineficiencia representada por los bajos rendimientos, bajos niveles de productividad y altos costos de producción, ocasionados por los métodos rudimentarios los cuales no permiten tener productos competitivos en mercados desarrollados. Teniendo una estructura comprendida por proveedores de insumos, productores, comercializadores mayoristas, comercializadores minoristas y consumidores finales; el productor se ve enfrentado a trabajar a pérdida, debido a que los costos de producción en muchas ocasiones son superiores al precio de venta, ya que dicho precio lo establecen los comercializadores y no el productor mismo.

### **2.2. FORMULACIÓN**

¿Cuál es el modelo tecnológico que permitirá el incremento de la productividad y la mejora del nivel de ingresos de la población subsistente de la elaboración y venta de panela?

### **2.3. JUSTIFICACIÓN**

La producción panelera en Cundinamarca se caracteriza por desarrollarse en áreas de fuerte predominio de pequeña propiedad, que la enmarca en un contexto de economía campesina, articulada al mercado. El municipio de Vergara Cundinamarca, y la vereda El Zancudo, basan su economía entorno al sector panelero ya que todos cultivan y procesan la caña para consumo propio. Del 100% de los ingresos registrados por nuestros agricultores, el 60 % de ellos subsisten única y exclusivamente de la producción de panela.

Basados en conceptos de producción industrial y modelos eficientes de hornillas desarrolladas por Corpoica se busca mejorar la calidad del producto de forma competitiva bajo la resolución 779 de Marzo 17 de 2006 del Ministerio de la Protección Social, la cual busca la modernización en el campo panelero y de esta forma contar con centros de producción limpia y organizada.

Al ajustar nuevos métodos de producción de panela la competitividad mejoraría en relación a los procesos artesanales que se han venido presentando. Si se instala un proceso de producción continua y organizada (eficiente) los costos de producción tendrían una disminución considerable a favor del agricultor y la comercialización del producto final se desplegaría de forma estable en cuanto a precio y utilidad. Permitiendo la entrada del producto a nuevos mercados como grandes superficies y exportaciones a distintos países.

Es de suma importancia plantear una mejora tecnológica en las actividades realizadas para la obtención de la panela, optimizando así las plantas productoras aportando a los agricultores herramientas, prácticas y conocimientos avanzados en la producción de la panela, y de esta forma propender por un mejor aprovechamiento de los recursos instalados en la región, contribuyendo con el desarrollo del departamento.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar un modelo técnico de producción, que proporcione mejoras en los trapiches y en las técnicas de elaboración de panela ajustado a los volúmenes de producción de la vereda.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico del sector panelero con el fin de determinar las características del entorno ambiental y caracterizar los procesos productivos realizados por los pequeños productores de la vereda.
- Identificar las diferentes alternativas de tecnificación que sean susceptibles de ser implementadas en la vereda.
- Evaluar las diferentes alternativas de tecnificación, optando por el modelo con mayor adaptabilidad al sector.



## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1. ANTECEDENTES

#### 4.1.1. Entorno mundial

La producción de panela es una de las agroindustrias rurales de mayor tradición en América Latina y el Caribe. A diferencia de la industria azucarera, la producción de panela se realiza en pequeñas explotaciones campesinas mediante procesos artesanales en los que predomina el trabajo familiar y aún muy bajas tasas de introducción de tecnologías mecanizadas o de alta intensidad de capital.

Colombia se posiciona como segundo productor de panela a nivel mundial, lo que generó un crecimiento del 4,9% entre el año 2005 al 2009 tal como se evidencia en la Tabla 1. Lo cual conlleva a la posibilidad que Colombia, por su gran oferta pueda entrar a suplir la demanda de nuevos mercados. (Jaffé, 2012)

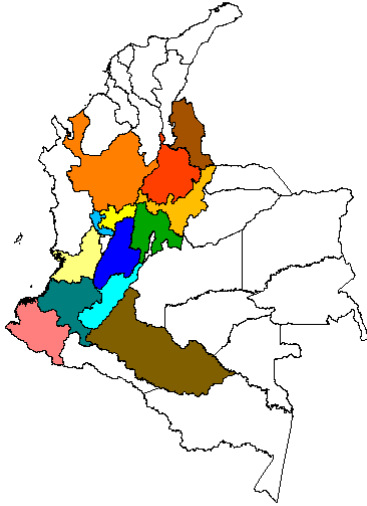
Tabla 1. Peso relativo de países productores de panela

<b>(% De producción Mundial)</b>		
<b>País</b>	<b>2005</b>	<b>2009</b>
<b>India</b>	66,2	<b>48,2</b>
<b>Colombia</b>	12	<b>16,9</b>
<b>Pakistán</b>	3,5	<b>9,7</b>
<b>China</b>	3,4	<b>5,7</b>
<b>Brasil</b>	2,3	<b>5,4</b>
<b>Bangladesh</b>	3,9	<b>4,1</b>
<b>Myanmar</b>	5	<b>4,1</b>
<b>Filipinas</b>	<b>0,8</b>	<b>1,3</b>

La panela es un edulcorante y alimento tradicional de Colombia y países como Brasil, México, Guatemala, Venezuela, Haití, Perú, Ecuador, Honduras, el Salvador, Costa Rica, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Bolivia y Argentina son productores de panela. En cada región este producto tienen un nombre particular, no obstante la panela tiene un nombre técnico denominado por la FAO como “azúcar no centrifugado”. Se estima que Colombia es el primer consumidor per cápita con 38.6 kilos. (Osorio, 2007). El principal consumidor de panela en el mundo es India con un consumo, de 6.545.500 toneladas en 2003, lo cual corresponde al 65,5 % del total mundial que se encuentra cercano a las 9.997.543 toneladas, seguido por Colombia y Pakistán con 870.000 y 490.000 toneladas respectivamente. Colombia consume todo lo que produce (1.500.000 toneladas en 2006). (MADR, 2009).

#### **4.1.2. Entorno nacional**

En Colombia la agroindustria panelera es una de las principales actividades económicas de las regiones de los Andes (Véase Figura 1), como estrategia de generación de ingresos para más de 70.000 familias campesinas, que responden a una demanda nacional y consumo propio de los sectores urbanos y rurales del país. La producción de panela se destina casi en su totalidad al mercado nacional para su consumo directo e insumo en procesos industriales entre otros, y cerca del 0,3% se destina a la exportación.



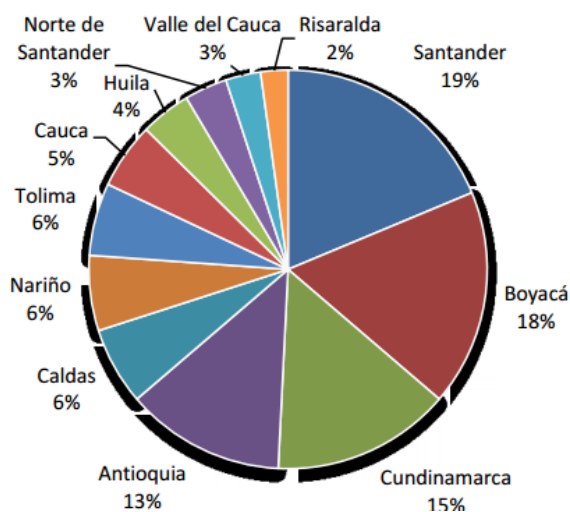
**Figura 1. Departamentos productores de panela en Colombia**

Tomado de MADR, Fondo de Fomento Panelero, Fedepanela e INVIMA

- Vincula 350.000 personas entre productores, trabajadores, comerciantes y otros actores.
- Genera el equivalente a 120.000 empleos permanentes.
- Ocupa 226.000 hectáreas en el cultivo de la caña. Existen 20.000 trapiches como infraestructura para el procesamiento.
- Contribuye con el 6,7 por ciento a la formación del PIB agrícola.
- Participa con el 2,18 por ciento del gasto en alimentos de la población.
- Colombia tiene el mayor consumo per cápita a nivel mundial con cerca de 32 kg/año.

#### 4.1.3. Participación por departamento.

El cultivo de la caña panelera se desarrolla principalmente en la Región Andina sobre las laderas de las tres cordilleras que atraviesan el país. Las condiciones fisiográficas en que se desenvuelve el cultivo son muy variadas dependiendo de la región; sin embargo, las que prevalecen son las áreas de pendientes medias a altas con inclinaciones que oscilan entre el 10% y el 40% (Región de la Hoya del Río Suárez, Cundinamarca, Nariño, Antioquia, Eje Cafetero y Norte de Santander). (FEDEPANELA, 2012)



**Figura 2. Participación en la Producción de Panela por Departamento 2010.**

**Tomado de MADR, Fondo de Fomento Panelero, Fedepanela e INVIMA**

Las regiones colombianas con mayor producción de panela son Boyacá, Santander, Cundinamarca y Antioquia, departamentos que como se visualiza en la Figura 2 concentran más de las tres cuartas partes de la producción nacional. Los rendimientos obtenidos por hectárea son muy heterogéneos, debido a las diferencias en los contextos socioeconómicos y tecnológicos en que se desarrolla la producción.

Los mayores rendimientos se alcanzan en la región de la Hoya del Río Suárez (ubicada en los departamentos de Boyacá y Santander), donde se ha logrado el mayor desarrollo tecnológico tanto del cultivo como del procesamiento de la caña panelera.

**Tabla 2. Tipos de producción por zona**

<b>ZONA</b>	<b>TIPO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>CANTIDADES</b>
Valle del Cauca y Risaralda	Modernizada	300 kg por hora
La Hoya del río Suárez (Boyacá y Santander), Nariño y Antioquia	Explotaciones de tamaño mediano (20-50h)	100 a 300 kg por hora
Cundinamarca, Antioquia, Tolima Huila y Norte de	Pequeña escala. Trapiches de tracción mecánica	100 a 150 kg por hora
Caldas, Nariño, Risaralda y Cauca	Mini. Procesamiento de la caña en trapiches, con molinos accionados por pequeños motores o mediante fuerza animal	Inferiores a 50 kg

*Recuperado de Fedepanela.*

En la Tabla 2 se evidencia una segmentación importante en la producción de panela en Colombia, el 5% de la producción panelera es desarrollada en explotaciones de gran escala, en extensiones superiores a 50 Ha.; la producción es eminentemente comercial y la regulación laboral es salarial. En factorías del Valle del Cauca y Risaralda, donde hay capacidades de producción superiores a los 300 Kg. de panela por hora se presenta una inversión de capital considerable (superior a los \$600 millones). Este reducido segmento de unidades de producción es el que podríamos asimilar como netamente moderno en el mapa panelero nacional. Se tiene en cuenta el Valle del cauca y Risaralda como referente de antecedente nacional, no obstante no podrá ser tomado como referente comparativo; esto se debe principalmente a que factores decisivos en la industria como la inclinación del plano geográfico (llanura) y extensión a gran escala de cultivo permite al Valle del cauca la implementación de maquinaria de grado industrial como camiones y máquinas de corte puedan ingresar a los campos, como apoyo vitalicio reemplazando horas

hombre por horas máquina, mientras que en zonas de cultivo de suelo irregular como Santander y Cundinamarca es necesaria la participación e ingreso a los cultivos por el agricultor apoyado en muchas ocasiones por animales de carga.

En la Hoya del río Suárez (Boyacá y Santander), Nariño y algunos municipios de Antioquia, predominan las explotaciones de tamaño mediano, con extensiones que oscilan entre 20 y 50 Ha., y capacidades de producción entre 100 y 300 Kg. por hora. En estas explotaciones generalmente se presenta una situación dual: hay integración comercial al mercado, tanto en la demanda de insumos como en la oferta del producto final. No obstante, a pesar de que una buena parte de la mano de obra es contratada temporalmente para trabajar durante las moliendas por el sistema salarial, aún existen características de economía tradicional como lo es la aparcería. Se puede afirmar que estas unidades medianas de producción son susceptibles de modernización y de búsqueda de una integración más eficiente al mercado.

Las explotaciones en pequeña escala son muy frecuentes, cultivan en extensiones entre 5 y 20 Ha. y poseen trapiches de tracción mecánica cuyas capacidades de proceso oscilan entre 100 y 150 Kg. de panela por hora. Ellas se presentan en las regiones del occidente de Cundinamarca (provincias de **Gualivá**, Rionegro y Tequendama), así como en la mayoría de los municipios de clima medio de Antioquia, Tolima, Huila y Norte de Santander. Se considera que este nivel de explotación, desarrollado en su mayor parte dentro de un esquema de economía campesina, es el más representativo de la agroindustria panelera colombiana.

Finalmente, encontramos las unidades productivas del tipo minifundio que producen en fincas menores a 5 Ha. y quienes, corrientemente, procesan la caña en compañía de vecinos propietarios de trapiches, con molinos accionados por pequeños motores o mediante fuerza animal, con capacidades de producción inferiores a 50 Kg. de panela por hora. Este tipo de economías está difundidas en las zonas paneleras más deprimidas de los departamentos de Caldas, Nariño, Antioquia, Risaralda y Cauca y en otras zonas en donde el cultivo y la producción panelera

tienen un carácter altamente marginal. Son las unidades de pequeña escala y las que producen en condiciones de minifundio o micro fundió las que tienen mayores dificultades para afrontar un esfuerzo sistemático de modernización para la competitividad de la Cadena productiva. El hecho de que la mayoría del mapa y la población paneleros hagan parte de estas formas de producción, plantea un grave problema de política social y una integración de grandes dimensiones a la búsqueda de soluciones para el agudo problema agrario global que vive el país. (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO, 2009)

## **4.2. MARCO TEORICO**

### **4.2.1. Proceso de producción de panela tradicional**

La panela debe el origen de su nombre al hecho de que se panifica el jugo de caña, elaborada en lugares llamados trapiches donde mediante ebulliciones sucesivas el jugo de la caña pierde humedad y se concentra para formar una masa blanda y dúctil que al enfriarse se solidifica en bloques, la purificación del jugo fresco de la caña es llevada a cabo por medio de un proceso de decantación. (Corpoica, 2010)

En Colombia, la ausencia de un esquema de desarrollo para los procesos, fundamentados en principios sostenibles, hace que los modelos tradicionales de producción en diversas áreas, sigan siendo parte de nuestra cultura, influyendo en la forma de explotación y uso intensivo de los recursos naturales.

La siguiente Figura 3 presenta el mapa de proceso para la producción de panela. En él se observan todos los flujos de materia y energía del sistema y las operaciones de extracción, acondicionamiento y transformación de la materia prima, desde el corte de la caña hasta la obtención de panela.

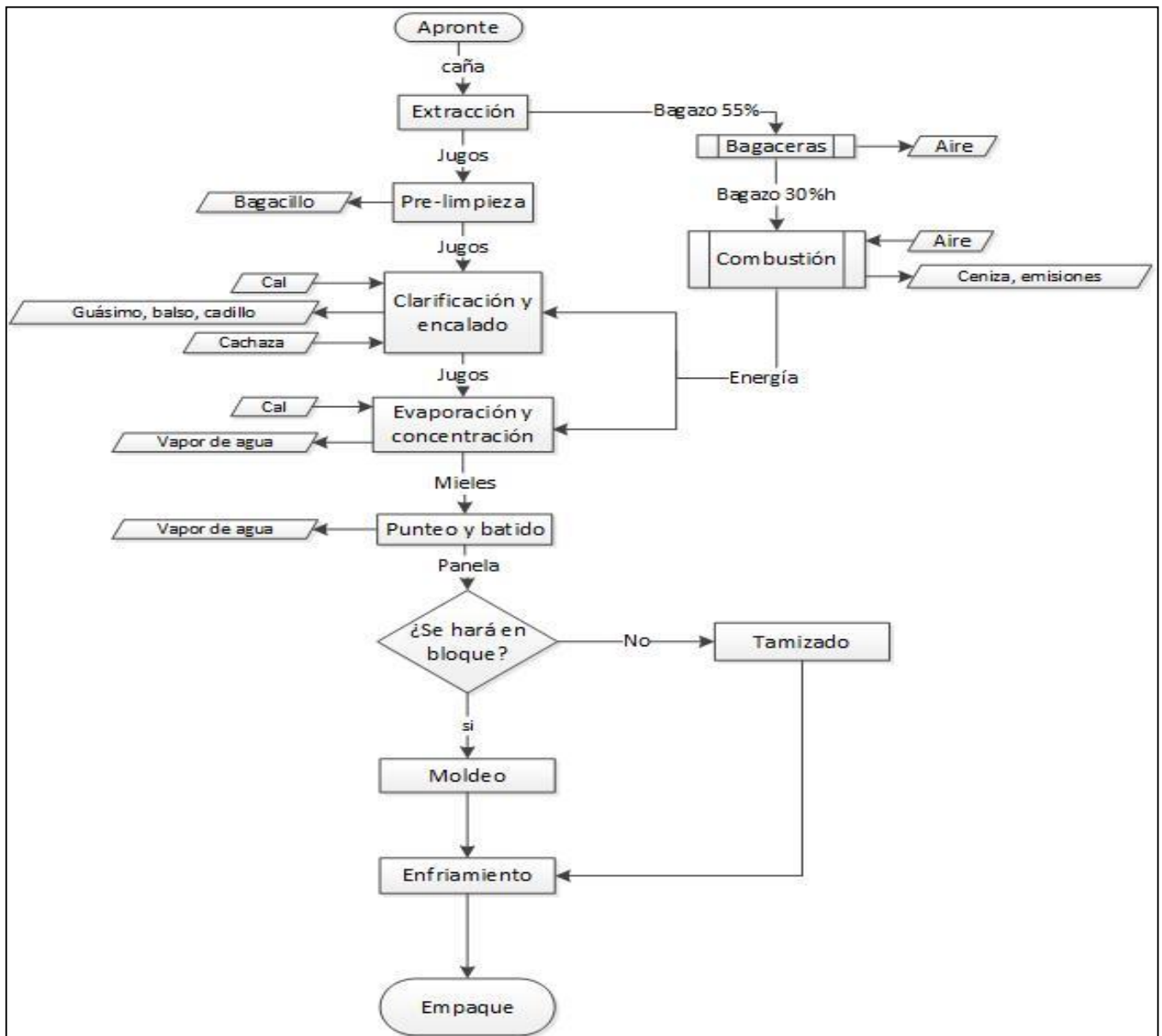


Figura 3. Mapa de proceso para la producción de panela

Tomada de Programa de Procesos agroindustriales-CORPOICA - C.I. Tibaitatá. 2006.



La elaboración de la panela es artesanal y está libre de todos los aditivos químicos que se emplean en la fabricación de azúcar, el cual al ser sometido a la sulfatación, decoloración y filtración pierde todas las propiedades de la caña. El proceso que es llevado a cabo luego del corte de la caña para la elaboración de panela es mostrado en la Figura 4.



**Figura 4. Proceso tecnológico producción de panela**  
 Tomada de García, 2016. Corpoica. Programa procesos agroindustriales

#### 4.2.2. Cadena Productiva.

La cadena productiva de la panela, entendida como “el conjunto de actores y unidades productivas que se relacionan para producir, procesar, almacenar, distribuir y comercializar insumos y productos de origen agropecuario o agroforestal” (Castellanos, et al 2010, p. 49), se divide en seis eslabones como lo muestra la figura 5 en donde intervienen los actores principales que son: los proveedores de insumos, los comercializadores minoristas y los clientes finales.

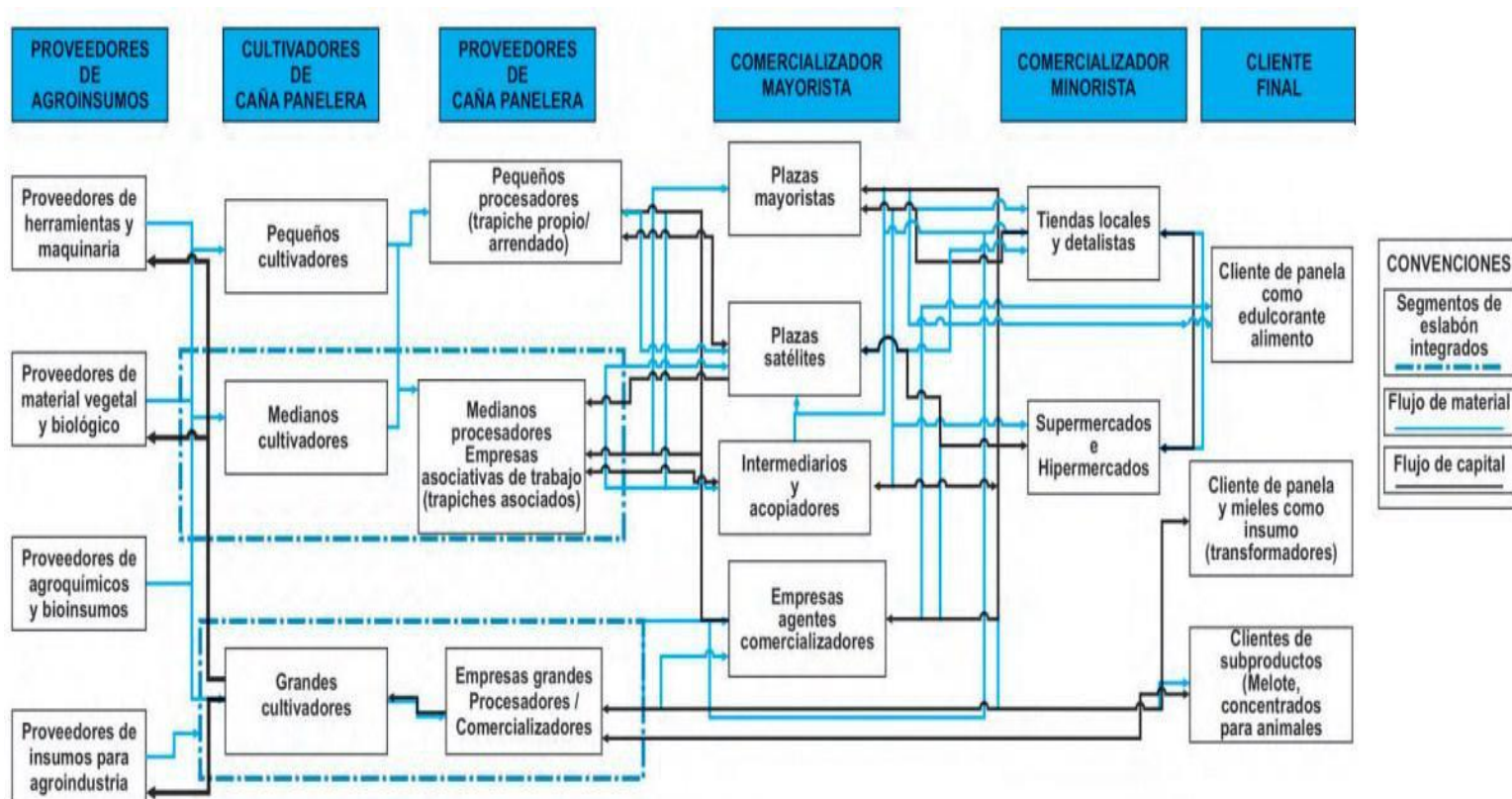


Figura 5. Cadena productiva y su industria

Tomado de Castellanos et al. (2010, p. 50).

- Primer eslabón: Está compuesto por los proveedores de agro-insumos, quienes suministran las materias primas e insumos a las unidades

productivas que son los cultivos y los trapiches donde se lleva a cabo la transformación de la caña.

- Segundo eslabón: En él participan los agricultores que se dividen en cultivadores de pequeña escala, productores de mediana escala y productores de gran escala (escala industrial).
- Tercer eslabón: En él participan los pequeños procesadores (trapiche propio o arrendado), sistemas cooperativos o Empresas asociativas de trabajo (trapiches asociados), medianos procesadores y Empresas Maquiladoras (grandes procesadores) los cuales intervienen en el conjunto de operaciones que llevan a la transformación de la caña cortada a la producción de panela.
- Cuarto eslabón: Está constituido por los comercializadores mayoristas quienes se encargan de la venta y distribución del producto final, que en este caso es la panela, por medio de los canales de distribución como las plazas mayoristas, las plazas satélites o los acopiadores<sup>2</sup>.
- Quinto eslabón: Abarca a los distribuidores al detal que ponen a disposición del cliente el producto final y consisten en las tiendas locales, los supermercados e hipermercados.
- El sexto eslabón: Consiste en los consumidores finales que disponen de los productos que se han obtenido por medio del proceso de transformación de la caña. En este eslabón la panela puede ser consumida como edulcorantes, bebidas y postres.

**Tabla 3. Principales Productores de Panela en Colombia.**

NOMBRE	PRODUCTOS	ZONA DE UBICACIÓN
Doña panela	Panela en bloque redonda y Cuadrada. Panela en cubos natural y Saborizada, Aromáticas de panela Tinto endulzado con panela bajo la marca café panela	Chitaraque- Boyacá
AIPSACOOOL	Panela en bloque redonda y Cuadrada. Panela pulverizada para uso industrial Panela granulada Panela en pastillas	Palmira – Valle del Cauca
Gualanday	Panela en bloque en presentaciones Redonda. Panela instantánea o pulverizada Panela granulada	Yolombo - Antioquia
Trapiche Lucerna S.A.S	Presentaciones bloque de Diversos tamaños.	Palmira – Valle del Cauca
COOPANELA (asociación agricultores paneleros de Santander)	Panelas regionales. Panela valluna Insumos para la producción Panela granulada Panela pulverizada	Piedecuesta- Santander

Como se puede apreciar en la Tabla 3 las más grandes y eficientes industrias productoras de panela y sus diversos productos derivados, se encuentran en Valle del Cauca lo que demarca con gran relevancia la importancia de modernizar técnicas, equipos y capacitación del personal todo en pro de canalizar la materia prima (caña de azúcar) en un producto de mayor escala en cuanto a calidad y en una capacidad de producción óptima.

Por ello es de vital importancia que en departamentos relevantes en la producción de panela como Cundinamarca inicie una carrera hacia la modernización y adaptación de sus trapiches. Para ello es importante realizar un perfil competitivo y comparativo con las grandes industrias actualmente del mercado panelero de la nación.

#### **4.2.3. Modelos de tecnificación**

El concepto de modelo proviene del italiano modello, siendo un diminutivo de modus, que significa manera (Concepto.de, 2017), de este modo se entiende como modelo a la manera o patrón de relaciones conceptuales que se propone de alguna manera imitar o duplicar. Tecnificación hace referencia a la dotación de recursos técnicos a una actividad determinada para mejorarla o modernizarla.

Entonces, un modelo de tecnificación es el conjunto de relaciones conceptuales técnicas propias de una actividad, que se determinan para realizar mejoras considerables en los procesos teniendo como fin la modernización.

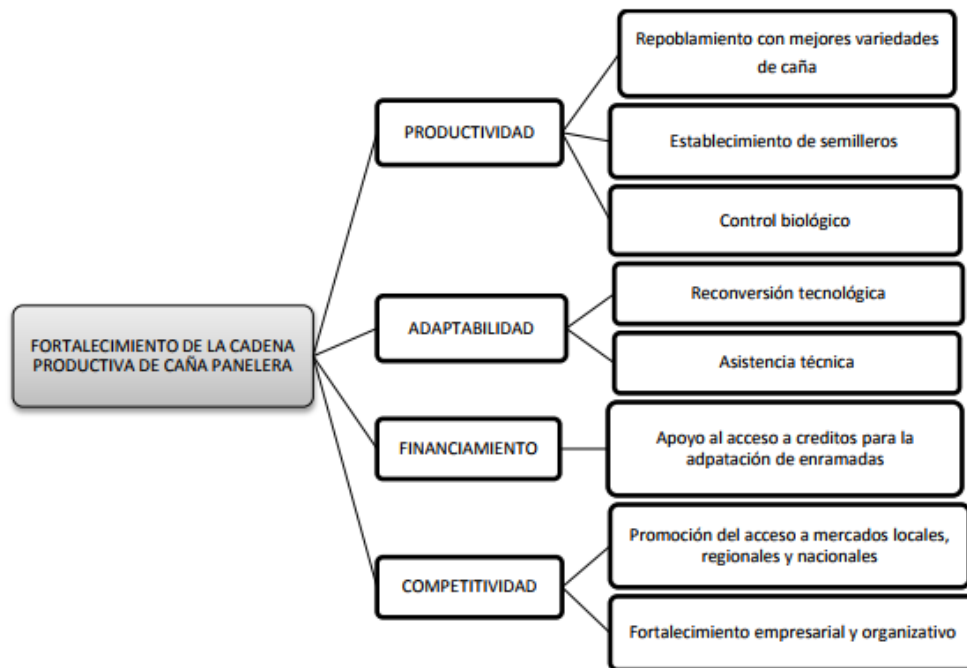
#### 4.2.3.1. Pilares de desarrollo en la producción panelera



**Figura 6. Pilares producción panelera**

*Fuente. Elaboración propia.*

El desarrollo de la producción panelera se segmenta en tres macro pilares de innovación como se muestran en la Figura 6 que desencadenan sub procesos y/o planes de acción que conllevan a la mejora productiva y eficiencia global de la cadena de producción total. Tomando como punto determinante desde la siembra hasta la comercialización del producto terminado y sus derivados pertinentes.



**Figura 7. Líneas de fortalecimiento de la cadena productiva de caña panelera**

*Tomado de (GONZALEZ, 2013)*

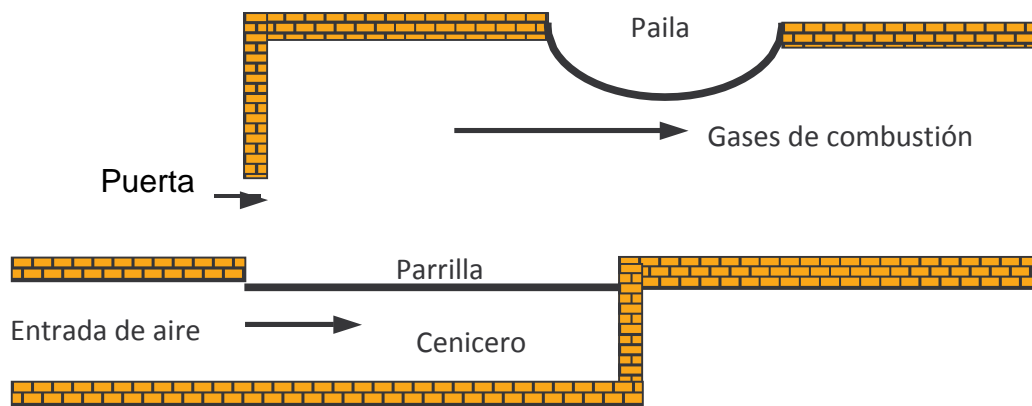
Las líneas de acción mostradas en la Figura 7 determinan como los problemas de tipo ambiental, sanitario y de adaptabilidad asociados a la agroindustria tradicional de producción de panela son vistos y abordados desde un enfoque técnico, dirigiendo buena parte de las soluciones a problemas puntuales identificados en la cadena de producción o sistema de producción de panela.

Los modelos de tecnificación señalan puntos específicos tales como:

- Eficiencia global del sistema
- Capacidad de producción
- Temperaturas alcanzadas
- Combustibles empleados
- Costos de implementación

#### 4.2.3.2. Cámara de combustión Plana-CIMPA.

Esta cámara es un diseño mejorado de la cámara tradicional, desarrollado por Corpoica y su centro de investigación CIMPA ubicado en Santander, donde a diferencia de esta el bagazo se quema a una distancia prudente de la primera paila alcanzando mayores temperaturas de combustión en algunos casos superiores a 900°C como se muestra en la Figura 8; e l bagazo suministrado a este tipo de cámara se caracteriza por presentar un bajo contenido de humedad (<30%, en condiciones ideales).

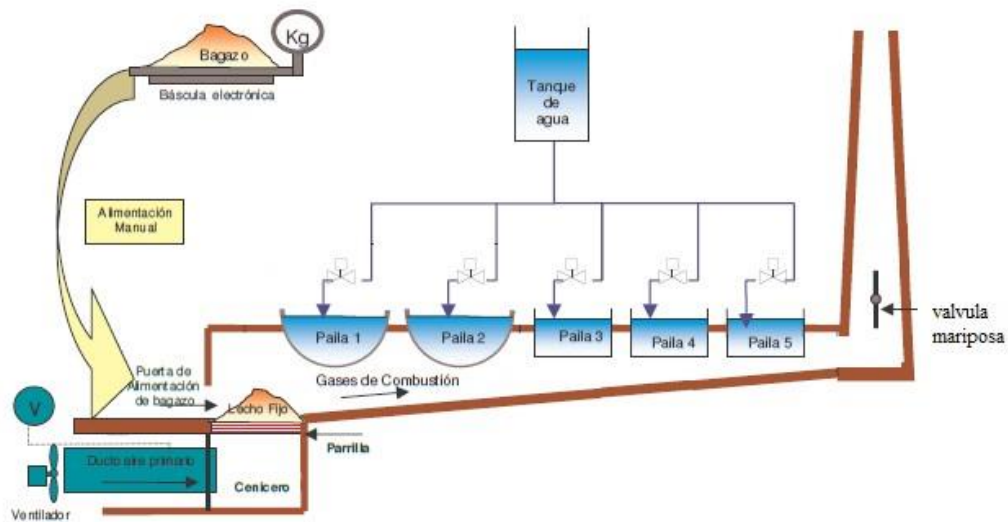


**Figura 8. Cámara de combustión PLANA-CIMPA**

*Tomada de archivo Cimpa*

Por lo general, una cámara de combustión Plana-Cimpa produce 7% Vol. de monóxido de carbono y entre 11 y 12% Vol. de dióxido de carbono, cuando se le suministra un bagazo seco (28% hum.) y un exceso de aire cercano al 60% del estequiométrico. Las dimensiones se determinan a partir de la energía requerida para el proceso y de la forma geométrica de las parrillas que se consiguen comercialmente; por lo general, son más largas que anchas y su altura está supeditada a la altura del ducto diseñado y su volumen comprende desde la puerta de alimentación hasta el final de la parrilla. (SOLER, 2004)(Véase Figura 9).



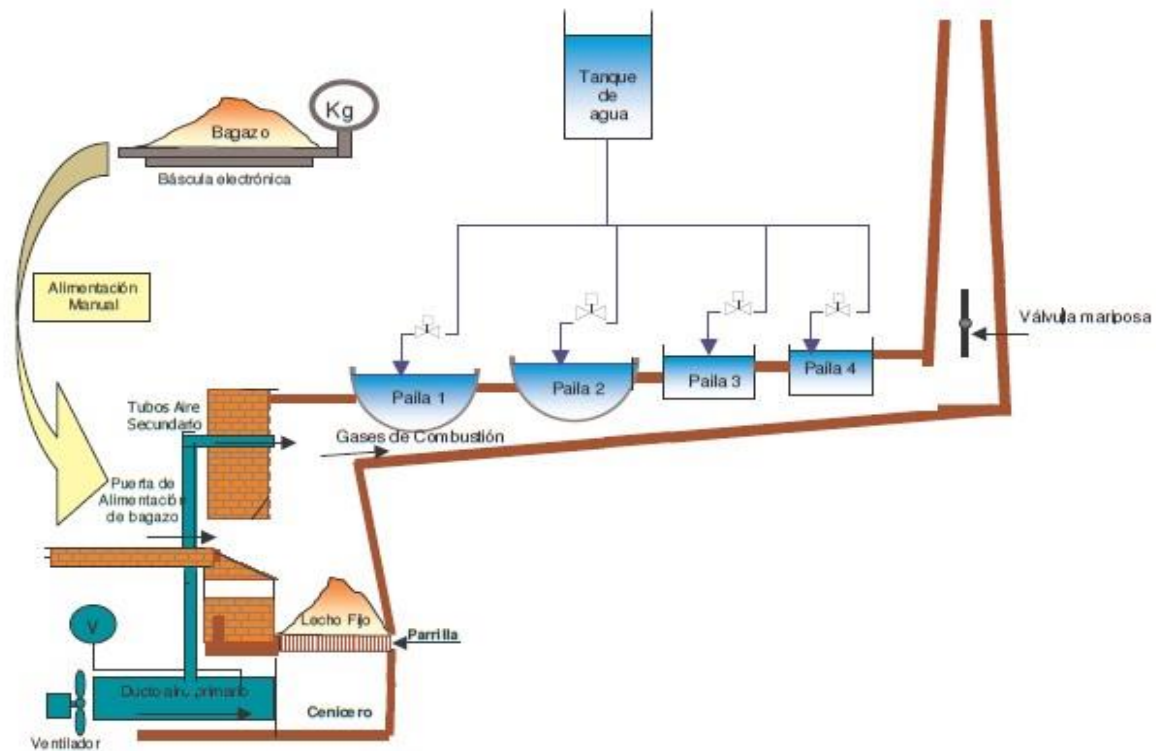


**Figura 9. Hornilla tipo Plana-CIMPA**

*Tomada de Determinación de los parámetros de diseño y operación de cámaras de combustión tipo Ward-CIMPA y plana-CIMPA en hornillas paneleras. Pág. 56.*

#### 4.2.3.3. Cámara de combustión Ward-CIMPA.

- Este tipo de cámara posee un diseño especial que aumenta la eficiencia de la combustión y del proceso, puesto que en ella se obtiene una mayor estabilidad en términos de temperatura y potencia con el tiempo, su estructura es mostrada en la Figura 10.



**Figura 10. Hornillas tipo Ward-CIMPA**

*Fuente: SOLER, Juan y GÓMEZ, Franco. Determinación de los parámetros de diseño y operación de cámaras de combustión tipo ward-CIMPA y plana-CIMPA en hornillas paneleras. Pág. 55.*

La cámara de este tipo puede alcanzar temperaturas cercanas a los 1200°C, con una producción promedio de monóxido de carbono de 3% en volumen y de dióxido de carbono de 14% en volumen, cuando se le suministra un exceso de aire del 60% y una humedad promedio del bagazo del 40% (CIMPA - Mejoramiento de hornillas paneleras, 1991)

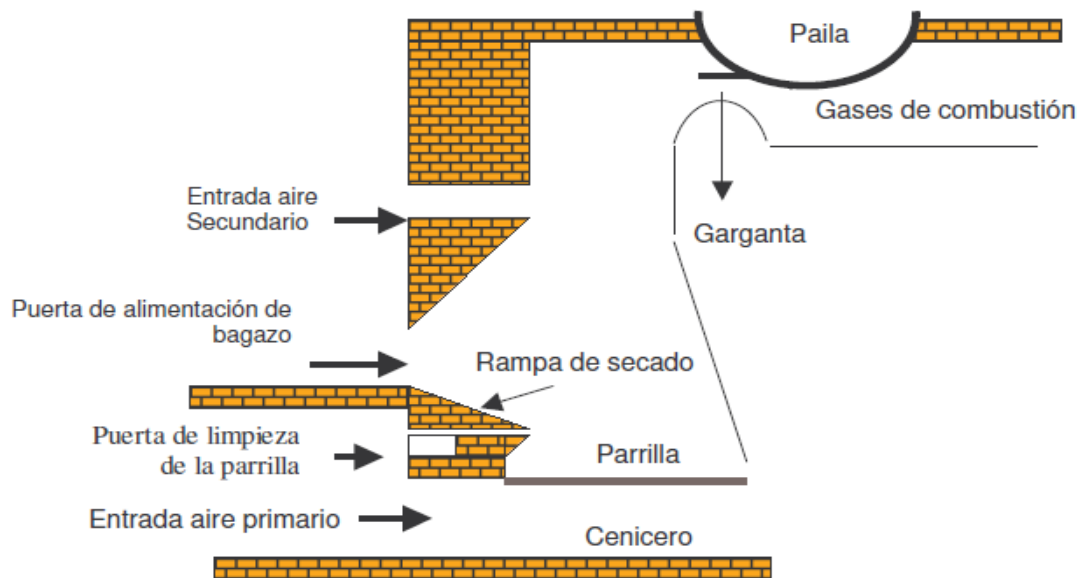
Este tipo de cámara presenta dos características especiales:

- En primer lugar, posee una rampa donde se precalienta el bagazo antes de quemarse, allí la humedad contenida en el bagazo se evapora por medio de la energía radiante proveniente de la masa de bagazo incandescente de la cámara;

esta característica permite introducir incluso, bagazo recién salido del molino que por lo general contiene una humedad cercana al 55% en peso.

- En segundo lugar, el aire requerido para la combustión se suministra en dos corrientes: una de aire primario que circula a través de la parrilla y que corresponde al 70% del volumen total de diseño, y otra de aire secundario correspondiente al 30% restante, que se suministra en la parte superior de la cámara Ward por medio de tubos cilíndricos, (GODILLO Y GARCÍA, 1992). El aire primario se utiliza en la combustión del coque en la zona de oxidación y reducción del lecho de bagazo, y el aire secundario se usa para la combustión de los volátiles sobre el lecho de bagazo.

Además, en una cámara Ward-CIMPA (figura 11) se presentan dos secciones bien diferenciadas tenidas en cuenta en el momento del diseño y construcción: la zona inferior denominada cámara primaria, que corresponde al espacio comprendido entre la parrilla y la línea de entrada de aire secundario, y la zona superior denominada cámara secundaria, que corresponde al espacio comprendido entre la entrada del aire secundario y la garganta; tal como es mostrada en la Figura 11.



**Figura 11. Cámara de combustión Ward-CIMPA**

*Tomada de Archivo CIMPA*

#### **4.2.3.4. Eficiencia exergetica de cámaras de combustión.**

La exergía hace referencia a la utilidad potencial de una determinada fuente de energía. Se puede definir como el trabajo máximo teórico que podría obtenerse de la interacción entre un determinado sistema termodinámico y el ambiente de referencia. Para el análisis de la exergía de los dos sistemas abiertos (plana y ward) se toma como referencia el estudio realizado por Corpoica en conjunto con la Universidad industrial de Santander en 2004 (determinación de los parámetros de diseño y operación de cámaras de combustión tipo ward-cimpa y plana-cimpa en hornillas paneleras, Soler y Gómez). Los sistemas de control para el análisis exergetico son los dos tipos de cámara de combustión, en los cuales se incluyen el área de transferencia de calor de la primera paila para la Ward-CIMPA y de las dos primeras pailas para la Plana-CIMPA, el montaje del sistema de variación de velocidad del ventilador que se operó a tres regímenes: alta VVA, baja VVB y apagado que equivaldría a trabajar a tiro natural.

Los flujos de exergía que entran al sistema son los de bagazo, aire y la potencia del

motor del ventilador cuando es operado y los flujos exergéticos de salida del sistema son los de los gases de combustión y los de pérdidas por inquemados y transferencia de calor.

Para el balance exergético se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones: los gases de combustión que salen de la cámara continúan en el proceso sin que todavía se vierten a la atmósfera, el calor transferido a las primeras pailas no se considera perdida exergética por ser energía aprovechada para la evaporación del agua suministrada a la paila, las perdidas por radiación, convección e inquemados no se tienen en cuenta en el cálculo de la eficiencia exergética pues es energía que no se aprovecha en el sistema, igual ocurre con la exergía del vapor producido, pues el vapor no es aprovechado en el proceso, donde  $\text{exergía} = 0$ .

**Tabla 4 . Eficiencia exergética para las distintas configuraciones en la cámara Ward – CIMPA.**

<b>%ALP</b>	<b>Alimentación Kg/h</b>	<b>Régimen del Ventilador*</b>	<b>Eficiencia Exergética %</b>
		0	38,4
	70	1	36,2
		2	33,3
		0	31,1
40	90	1	28,4
		2	30,5
		0	25,8
	110	1	23,3
		2	24
		0	28,8
	110	1	27
		2	26,2
60		0	32,8
	90	1	33,8
		2	34,2
	70	0	41,8

1	41,8
2	41,7
<b>PROMEDIO</b>	
	<b>40,1</b>

Tomada de Soler y Gómez, determinación de los parámetros de diseño y operación de cámaras de combustión tipo ward-cimpa y plana-cimpa en hornillas paneleras, 2004, pg. 81 \*0: Apagado; 1: velocidad baja; 2: velocidad alta

**Tabla 5. Eficiencia exergética para las distintas configuraciones en la cámara Plana-CIMPA.**

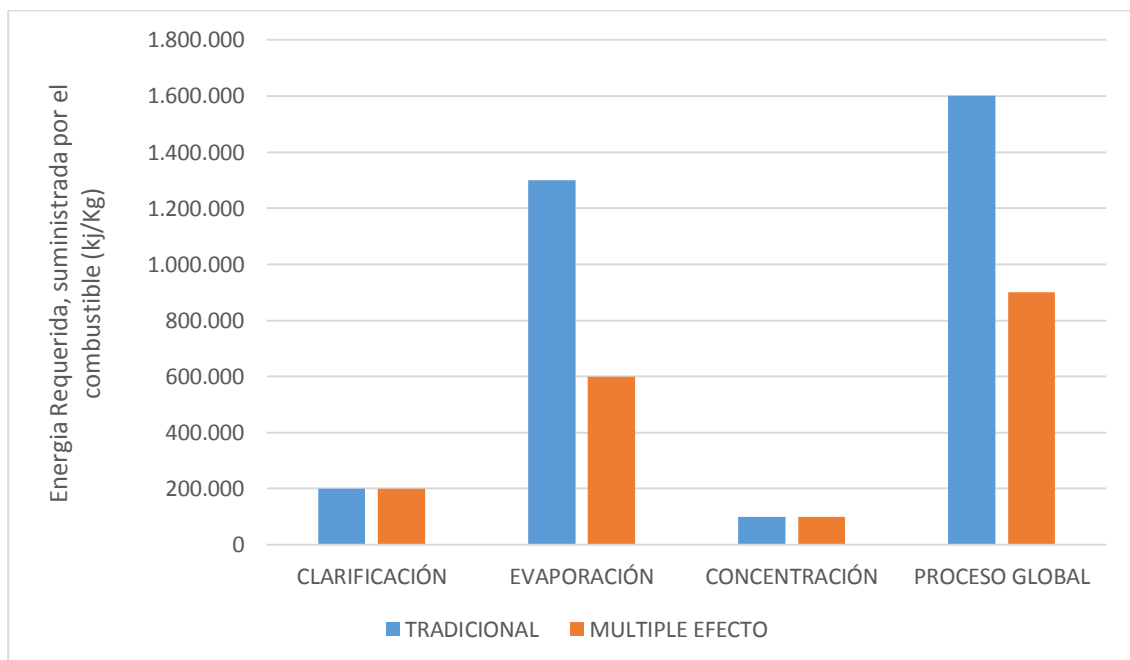
%ALP	Alimentación Kg/h	Régimen del Ventilador*	Eficiencia Exergética,
40	180	0	34.8
		1	43.7
		2	43.6
	220	0	37.1
		1	34.5
		2	33.5
60	180	0	38.6
		1	44.9
		2	44.3
	220	0	34.2
		1	37.0
		2	35.3
<b>PROMEDIO</b>			<b>35.01</b>

Tomado de Soler y Gómez, determinación de los parámetros de diseño y operación de cámaras de combustión tipo ward-cimpa y plana-cimpa en hornillas paneleras, 2004, pg. 81 (\*0: Apagado; 1: velocidad baja; 2: velocidad alta)

La eficiencia exergética presentada en las tablas 19 y 20 que resulta de las experimentaciones realizadas se encuentra dentro de rango teórico esperado, entre el 20% y 40% (CENICAÑA. Manual auditoria energética. 1998), esto al tener en cuenta que se estudió el proceso de combustión el cual es altamente irreversible con grandes pérdidas de exergía, las cuales son debidas principalmente a las irreversibilidades intrínsecas de la combustión adiabática, las irreversibilidades debidas a la transferencia

de calor: radiación, convección, inquemados e irreversibilidades debidas a la disipación de la exergía de los productos. De esta manera se puede entender como un procesos productivo en un trapiche panelero no podrá aprovechar toda la energía del sistema, al contrario en muchos de los casos la energía total desaprovechada es superior a la que realmente es usada por el sistema de producción. El sistema por múltiple efecto no requiere de estas validaciones ya que al ser un modelo de evaporadores totalmente herméticos con implementación de atmosferas dentro de sus calderas garantiza una temperatura constante dentro de las mismas y por consiguiente el mismo porcentaje de eficiencia exergetica de todo el sistema, el cual corresponde al 51% . (Ariza, 2010)

La baja eficiencia del proceso en la evaporación abierta obliga al sistema a usar más material combustible (bagazo), al que produce por sistema de extracción. La combustión del proceso adiabático es el causante de los bajos niveles de eficiencias exergeticas en todo el proceso en los trapiches paneleros, ya que al ser una combustión incompleta el calor generado no podrá ser aprovechado en su totalidad, escasamente se puede aprovechar entre un 35-51 % dependiendo del modelo de tecnificación usado.



**Figura 12. Energía suministrada al proceso productivo de la panela.**


Como se muestra en la Figura 12 los sistemas de producción abiertos identificados de color azul requieren de una mayor cantidad de energía con el fin de llevar a cabalidad el proceso productivo de la panela. Al no tener un control y aprovechamiento de los vapores emanados durante el proceso de evaporación, los sistemas abiertos como el Ward y plana requieren de mucha más energía en comparación a un sistema de evaporación cerrada como lo es el múltiple efecto. La energía adicional requerida para el proceso de evaporación está implícita en el incremento de materiales combustibles empleados (88 kg adicionales de bagazo) y los tiempos de producción por lote serán mayores.

#### **4.2.3.5. Sistema de evaporadores de múltiple efecto.**

La evaporación de múltiple efecto es un proceso usado en la industria alimenticia donde el vapor vegetal que sale de una etapa de evaporación es usado como medio de calentamiento de otra etapa de evaporación recuperando la energía que el vapor vegetal lleva consigo. En este proceso las etapas de molienda, pre-limpieza, batido y moldeo correspondientes al proceso de elaboración de panela son realizadas de la misma manera que en un trapiche tradicional, y se hacen modificaciones considerables en los procesos de clarificación, evaporación y concentración de los jugos de caña.

Terminada la etapa de pre-limpieza los jugos pasan al equipo clarificador, comenzando este a ser alimentado por vapor sobrecalentado proveniente de la caldera que fluye a través de una tubería directamente a un banco de 6 tubos ubicados en el fondo del clarificador, de esta manera cuando los tubos tienen contacto con los jugos inicia la transferencia de energía calentándolos hasta su punto de ebullición. Los jugos luego de ser separados de la cachaza producida en esta etapa, son conducidos hacia un tanque pulmón, el cual por medio de una bomba (Véase especificaciones en la Figura 13) los enviará al sistema de evaporación.



	<b>BOMBA DE JUGOS DE CAÑA</b>	
	Referencia	PRO-NGA marca Pedrollo
	Potencia	1 HP
	Caudal	Hasta 250 L/min (21m <sup>3</sup> /h)
	Altura manométrica	Hasta 20 m

**Figura 13. Especificaciones de bomba de alimentación de jugos**

*Tomada de Cely, 2011*

Cuando los jugos ingresan al primer efecto, de manera simultánea se hace una alimentación de vapor proveniente de una caldera (Véase especificaciones en la Tabla 6) alimentada por bagazo, que produce vapor saturado para la alimentación de diferentes equipos que se encuentran en el proceso.

**Tabla 6. Especificaciones de la caldera**

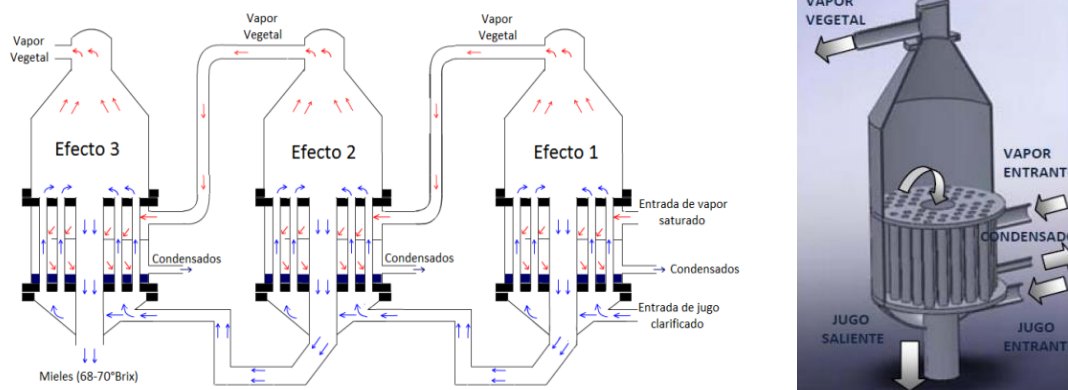
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESPECIFICACIÓN</b>
Potencia	120 BHP
Presión de diseño	245 PSI
Presión de trabajo	145 PSI
Eficiencia (reportada por el proveedor)	85%
Periféricos	Chimenea en acero inoxidable de 15 metros de altura, tanque de condensados cilíndrico horizontal, Ciclón

Motores

Un motor de 15 Hp, dos  
motores de 1 Hp, un  
motor de 7,5 Hp

*Tomado de Cely, 2011*

Cada uno de los efectos que hacen parte del sistema de evaporadores está compuesto por tres partes como se muestra en la Figura 14. La primera es el fondo, o compartimento donde entra el jugo y es distribuido por todos los tubos. La segunda es la calandria, en donde ocurre el proceso de transferencia de calor donde el vapor cede su energía al jugo en ebullición. La tercera es el separador en donde el vapor se desprende del jugo de caña y sube hasta la tubería que lo llevará al siguiente efecto (Lopez, 2016).



**Figura 14. Sistema de evaporadores de múltiple efecto.**

*Tomada de (Lopez, 2016). Biblioteca digital UNAL*

El concentrador es un intercambiador de calor que posee una camisa por la que circula el vapor proveniente de la caldera, en esta etapa las mieles salientes del proceso de evaporación llegan con una concentración de 68 a 70 °Brix y salen con una concentración de 92 a 96 °Brix.

### 4.3. MARCO LEGAL

El entorno legislativo panelero en Colombia da inicio bajo la ley 40 de 1990 la cual denota el principal marco jurídico hacia los productores de panela, donde busca proteger y dar ventajas a los pequeños y medianos productores, ya que al estar enmarcada en una producción de pequeña y mediana escala en Colombia esta es la población más relevante del mercado productor.

A partir de esta ley se desarrolla todo un compendio de decretos y resoluciones los cuales estipulan delineamientos básicos como identificación de procesadores, agricultores y productores permanentes del mercado (Decreto 1999 de 1991), y sus respectivas condiciones básicas de higiene en la fabricación de panela entre otros alimentos; da referencia a instalaciones, equipos, personal manipulador de alimentos, aseguramiento y control de calidad así como procedimientos y sanciones pertinentes ( Decreto 3075 de 1997)

Ante el crecimiento de trapiches no seguros para la elaboración y concentración de mieles, el ministerio de la protección social establece en 2004 bajo la resolución 2546 el reglamento técnico que debe cumplir toda central de acopio y trapiches paneleros, el cual fue cambiado por la resolución 779 de 2006 (en vigencia actual) donde tiene como objeto “Establecer el reglamento técnico señalando los requisitos sanitarios que deben cumplir los trapiches paneleros y centrales de acopio de mieles, con el fin de proteger la salud y la seguridad humana y prevenir las prácticas que puedan inducir al error a los consumidores.”

Considerando que el 90,6% de los establecimientos adscritos tienen un nivel de producción inferior a los 100 kg/h y no cuentan con la capacidad económica para implementar las exigencias de actualizaciones técnicas nace la resolución 3544 la cual impide a los grandes productores tener un nivel de producción superior a los 1000 kg/h y es de esta manera donde se establecen los límites productivos de panela en Colombia, todo en pro de proteger a los pequeños productores.

#### 4.4. MARCO CONCEPTUAL

**Carga panela:** Medida de agrupación del producto terminado (panela), con un equivalente a 5 cajas x 40 und = 1 carga de panela, valor estandarizado por el peso que puede soportar el animal de carga.

**Cimpa:** Sede de investigación y desarrollo de los procesos paneleros a cargo de corpoica y adscrita Centro de Investigación Tibaitatá.

**Corpoica:** Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, es una entidad pública, de carácter científico y técnico, cuyo objeto es desarrollar y ejecutar actividades de Investigación, tecnología y transferir procesos de Innovación tecnológica al sector agropecuario.

**Enramada:** sitio de trabajo donde se desarrolla la producción de Panela.

**Exergía:** propiedad termodinámica que permite determinar el potencial de trabajo útil de una determinada cantidad de energía que se puede alcanzar por la interacción espontánea entre un sistema y su entorno.

**Hornilla:** Instalación compuesta por un horno y un sistema de recepción de calor (pailas) que en conjunto forma el sistema de proceso principal donde se elabora la panela.

**Paila:** Contenedor de aleación metálica encargado de retener los jugos de la caña mientras se realiza su proceso de transformación.

**Trapiche:** Es un molino utilizado para extraer el jugo de determinados frutos de la tierra, como la aceituna o la caña de azúcar.

**Umata:** Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (Umata), cuya función única será la de prestar asistencia técnica agropecuaria directa y gratuita a los pequeños productores.

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

### 5.1. ZONA DE ESTUDIO

#### 5.1.1. Diagnóstico Del Sector Panelero Región Gualivá, Departamento de Cundinamarca.

La provincia de Gualivá se encuentra localizada al noroccidente del departamento de Cundinamarca, limita como se puede apreciar en la Figura 15 por el norte con la provincia de Rionegro, por el sur con las provincias de Sabana occidente, Tequendama y Magdalena Centro. Su jurisdicción comprende los municipios de Albán, La peña, La Vega, Nimaima, Nocaima, Quebradanegra, San Francisco, Sasaima, Supatá, Útica, Vergara y Villeta.



**Figura 15. División política y localización de la Provincia de Gualivá**

*Tomada de Cepec Universidad del Rosario.*

Dentro del conjunto departamental, la producción panelera está localizada principalmente en las regiones de Gualivá y Rionegro. "El 30,7% de los 35 municipios de Cundinamarca, tienen cultivo de caña panelera con una producción de 179.676,4

de toneladas por año, once (11) de estos municipios dependen en un 80% de la producción de panela (entre ellos Vergara), de tal forma que las variaciones del precio del producto repercuten en toda la estructura económica".

De otro lado, es de señalar que Cundinamarca cuenta con un área sembrada de 54.477 Ha. que representan el 2,4% de la superficie agropecuaria del departamento y el 14,1% de la superficie eminentemente agrícola del mismo. El área cosechada en caña es de 52.264 hectáreas equivalentes al 95,9% del área sembrada. Estas cifras evidencian la destacada posición del renglón panelero departamental en el ámbito nacional (FEDEPANELA, 2012).

**Tabla 7. Sector panelero en Vergara**

<b>Descripción</b>	<b>Dato</b>
	350
Enramadas inscritas	5 Comunitarias
Ha. de caña	1450 ha
Sembradas	(350 ha Vereda Zancudo)
Producción semanal del municipio	± 7000 cajas (1400 cargas)

*Tomada de UMATA (Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria)*

La Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (**Umata**) del municipio, en el censo efectuado en el año 2016 informa la cantidad de enramadas y trapiches con los que cuenta la región. Como se puede apreciar en la tabla 7, Vergara cuenta con 350 enramadas artesanales, de las cuales 5 son de servicio comunitario y están distribuidas de forma estratégica a lo largo de las 29 zonas veredales con las que cuenta el municipio. De las 1450 Ha sembradas, 350 Ha hacen parte a la vereda el Zancudo, es decir la vereda cuenta con el 24% de la fuerza productiva del municipio,

la producción semanal varía en relación de variables como la temporada del año, clima y cambios en los precios de comercialización; para los meses comprendidos entre marzo y julio de 2016 se estableció una producción total del municipio aproximada de 7000 cajas, o 1400 cargas de panela las cuales equivalen a 127 toneladas de panela. (Alcaldía Vergara Cundinamarca, 2016)

## 5.2. METODOLOGIA APLICADA.

Por el tipo de proyecto a llevar a cabo se usarán métodos cuantitativos y cualitativos apoyados en la estadística, los cuales ayudarán a determinar y caracterizar la información que se obtendrá del sector.



Figura 16. Metodología de Desarrollo



*Fuente. Elaboración propia*

### 5.2.1. Etapa conceptualización.

Con el fin de llevar a cabo la conceptualización del sector se desarrollara mecanismos aplicados como una encuesta a los distintos agricultores de la vereda, con el fin de cuantificar el estado actual de la misma en relación a índices productivos, económicos, canales de mercado y oportunidades que brinde la industria panelera a los agricultores de la zona.

FICHA TECNICA ENCUESTA	
NOMBRE ENCUESTA	Tecnificación e industrialización del sector panelero
FECHA DE RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN	15 de octubre de 2016
REALIZADA POR	Cristian Vasquez y Mayra Orjuela
LUGAR	Vergara, Cundinamarca
UNIVERSO	Vereda el Zancudo
TAMAÑO DE LA MUESTRA	15 productores
TIPO DE ENCUESTA	Entrevista personal
NÚMERO DE PREGUNTAS FORMULADAS	19
TIPO DE PREGUNTAS	Abiertas y cerradas
OBJETIVO DE LA ENCUESTA	Caracterizar información de los niveles de producción actual en el sector y sus canales de mercado de la panela

**Figura 17. Ficha técnica encuesta aplicada.**

*Fuente. Elaboración propia*

Las encuestas de la ficha técnica implícita en la figura 17 se realizaron en los días de actividad productiva y comercial de la panela en el sector, los cuales

corresponden a los días viernes, sábados y domingo de todas las semanas, (ver anexo F).

### **5.2.2. Etapa de Desarrollo.**

En la etapa de desarrollo se tendrá en cuenta el análisis cualitativo de diferentes variables externas y oportunidades / Amenazas del sector, usando matrices de composición analítica, ayudando a caracterizar y determinar el estado competitivo de la vereda.

#### **5.2.2.1. Matriz de evaluación de factores externos (EFE)**

Fred David en su libro “conceptos de administración estratégica”, enmarca una matriz de evaluación de factores externos como la herramienta más acertada para resumir y evaluar información económica, social, cultural, demográfica, ambiental, política, gubernamental, legal, tecnológica y competitiva. Identificar oportunidades y amenazas del sector panelero, es importante ya que de esta manera se puede obtener una visión objetiva del estado actual de la agroindustria panelera en Colombia y sus posibles estrategias de desarrollo.

Este instrumento para formular estrategias resume y evalúa las fuerzas y debilidades más importantes dentro de las áreas funcionales de un negocio y además ofrece una base para identificar y evaluar las relaciones entre dichas áreas. Al elaborar una matriz EFI es necesario aplicar juicios intuitivos, por lo que el hecho de que esta técnica tenga apariencia de un enfoque científico no se debe interpretar como si la misma fuera del todo contundente. Es bastante más importante entender a fondo los factores incluidos que las cifras reales.

- haga una lista de los factores de éxito identificados mediante el proceso de la auditoría interna. Use entre diez y veinte factores internos en total, que incluyan tanto fuerzas como debilidades. Primero anote las fuerzas y después las debilidades. Sea lo más específico posible y use porcentajes, razones y cifras comparativas.
- Asigne un peso entre 0.0 (no importante) a 1.0 (absolutamente importante) a cada uno de los factores. El peso adjudicado a un factor dado indica la importancia relativa del mismo para alcanzar el éxito de la empresa. Independientemente de que el factor clave represente una fuerza o una debilidad interna, los factores que se consideren que repercutirán más en el desempeño de la organización deben llevar los pesos más altos. El total de todos los pesos debe de sumar 1.0.
- Asigne una calificación entre 1 y 4 a cada uno de los factores a efecto de indicar si el factor representa una debilidad mayor (calificación = 1), una debilidad menor (calificación = 2), una fuerza menor (calificación = 3) o una fuerza mayor (calificación = 4). Así, las calificaciones se refieren a la compañía, mientras que los pesos del paso 2 se refieren a la industria.
- Multiplique el peso de cada factor por su calificación correspondiente para determinar una calificación ponderada para cada variable.
- Sume las calificaciones ponderadas de cada variable para determinar el total ponderado de la organización entera.
- Sea cual fuere la cantidad de factores que se incluyen en una matriz EFI, el total ponderado puede ir de un mínimo de 1.0 a un máximo de 4.0, siendo la calificación promedio de 2.5. Los totales ponderados muy por debajo de 2.5 caracterizan a las organizaciones que son débiles en lo interno, mientras que las calificaciones muy por arriba de 2.5 indican una posición interna fuerza. La matriz EFI, al igual que la matriz EFE, debe incluir entre 10 y 20 factores clave. La cantidad de factores no influye en

la escala de los totales ponderados porque los pesos siempre suman 1.0.

### **5.2.3. Etapa Finalización.**

Con el fin de evaluar los modelos tecnológicos, se tendrá en cuenta matrices de evaluación donde se identifiquen porcentajes relativos y absolutos de temas relevantes a evaluar como: Niveles de producción, capacidades de trabajo continuo, costos y rentabilidad de cada modelo en aras de elegir el modelo que mejor adaptabilidad en el sector.

## 6. ANÁLISIS DEL ENTORNO

### 6.1. ASPECTOS GENERALES TRAPICHES VEREDA ZANCUDO.

El trapiche panelero es la planta de proceso para la producción de panela o miel (Véase Figura 18). Comprende las instalaciones donde se ubican los equipos necesarios para realizar las operaciones que permiten transformar la caña en panela.

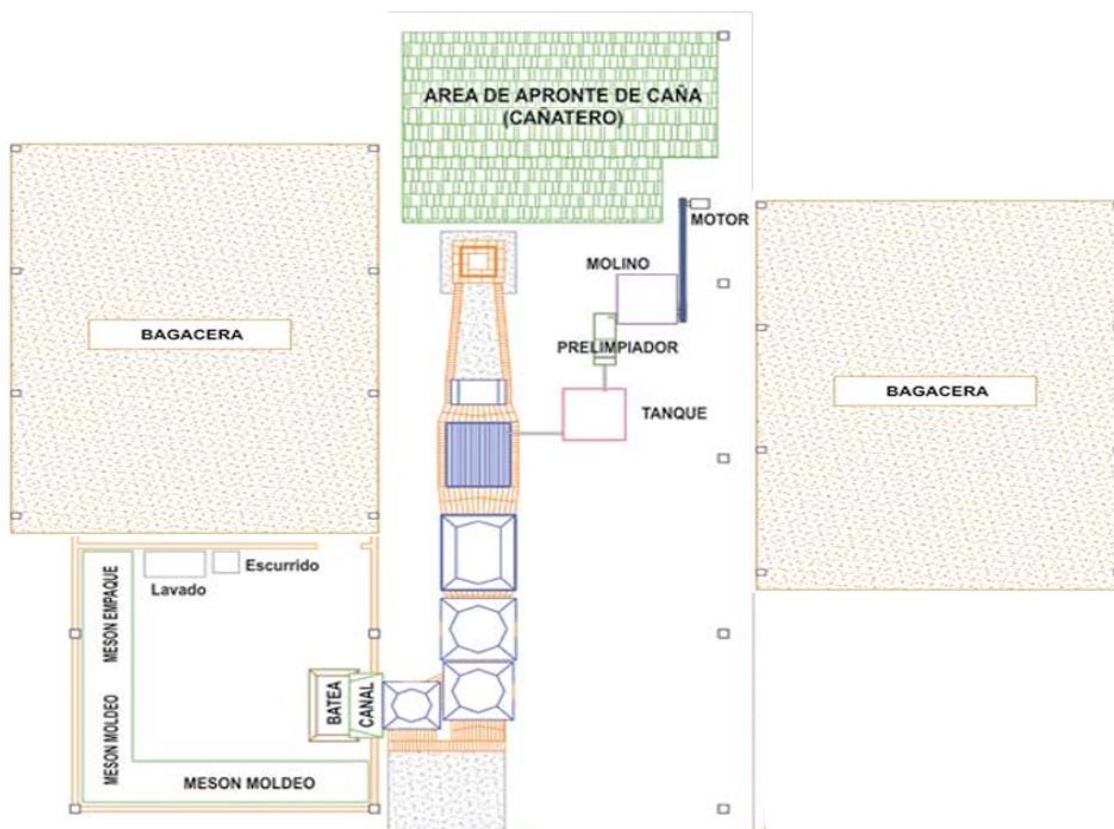


Figura 18. Distribución en planta de un trapiche panelero en la vereda Zancudo.

Fuente. Elaboración propia.

El trapiche panelero se encuentra generalmente dentro de una estructura conocida como enramada o entable. Es posible encontrar diseños de bajo costo, donde la estructura consta de una cubierta (usualmente en teja de zinc) que está sujeta a vigas de amarre (de adobe o madera) y piso en tierra.

Las extensiones de cultivo de caña en la región son muy variadas con un promedio de 8 hectáreas por finca. El bajo nivel de tecnificación en los cultivos es una característica generalizada para las regiones paneleras en Cundinamarca en las cuales predominan los cultivos muy antiguos, con más de 20 años de edad, actualmente la región cuenta con un nivel productivo de **4-5 Toneladas de panela** por Hectárea sembrada (DANE, 2014), estos bajos niveles de producción son ocasionados por el cruce e hibridación entre cultivos longevos, generando un cambio genético en las plántulas dando como resultado cuerpos mucho más robustos poco aprovechables y de poco % de sacarosa, azúcar indispensable para la obtención de panela.

La calidad de la semilla usada en estos cultivos cumple un papel muy importante tanto en el desarrollo de la plantación como en la producción final, en la mayor parte de los cultivos de la Vereda El Zancudo existe mezcla de variedades de semilla de caña lo que dificulta el control de las plagas y enfermedades, que de no ser controladas de manera efectiva posteriormente afectaran la producción de panela debido que no se tendrá un total aprovechamiento de la caña.

Actualmente se adelantan estudios de mejoramiento genético de caña panelera orientados a la caracterización y adaptación de variedades de alto rendimiento en diversas condiciones de manejo en áreas paneleras. El **anexo E** muestra las variedades de caña de mayor potencial y sus características, entre las cuales se destaca la variedad **CC 84-75** con una germinación excelente, crecimiento vigoroso, altamente resistente al raquitismo, de maduración semiprecoz, pero con buena concentración de sacarosa, produce jugos de buena calidad y mieles de excelente viscosidad y color; esta semilla se caracteriza por producir altos volúmenes de biomasa aprovechables en el proceso que llevan a la obtención de panela de buena calidad y generan la oportunidad de obtener

nuevas presentaciones de producto, como panela instantánea, panela granulada, pastilla o cubos.

### **6.1.1. Hornilla panelera actual en la zona.**

Una hornilla panelera, es el lugar donde los jugos se concentran por medio del suministro de calor, hasta convertirlos en panela. En ella se distinguen dos zonas: una donde tiene lugar la producción de calor que se denomina cámara de combustión, y otra donde ocurre la transferencia de calor conformada por ducto y pailas donde se concentran los jugos. Actualmente se usan hornillas en la Vereda El Zancudo como la identificada en la Figura 19.

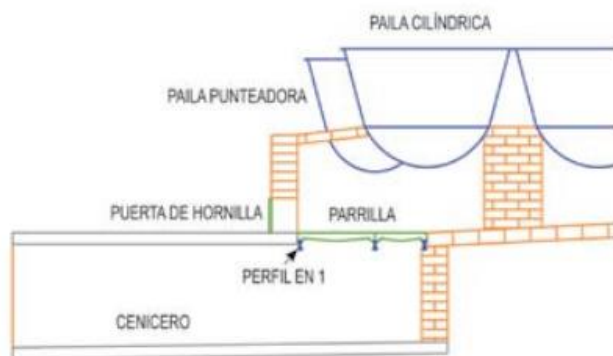


**Figura 19. Cámara de combustión trapiche vereda el Zancudo.**

*Fuente. Investigación de los autores*

### 6.1.2. Área de generación de calor.

También llamada cámara de combustión. Es un espacio construido en ladrillo refractario, donde se llevan a cabo las reacciones de combustión, al entrar en contacto el combustible (bagazo) con el comburente (oxígeno) a altas temperaturas; las partes principales de las cámaras usadas en este proceso son: la puerta de alimentación, la parrilla y el cenicero ( Véase Figura 20).



**Figura 20. Cámara de combustión tradicional**

*Tomada de Programa de Procesos Agroindustriales – CORPOICA, 2006.*

La puerta de alimentación permite el ingreso manual del bagazo a la cámara, y por lo general esta provista de una tapa para evitar el ingreso de aire frío al proceso o la pérdida de calor mientras no se está alimentado; estos trapiches cuentan con más de 20 años de su fabricación y la mayoría carecen de este tipo de compuertas en hierro fundido; por lo cual hay una pérdida de calor y una baja eficiencia energética





**Figura 21. Ducto cámara de combustión**

*Fuente. Investigación de los autores*

Los gases calientes provenientes de la cámara de combustión, circulan a través del ducto donde ceden parte de su calor sensible a las pailas como puede apreciarse en la Figura 21; al final del ducto se encuentra la chimenea por medio de la cual se expulsan los gases de combustión hacia la atmosfera. Los gases de combustión circulan en la hornilla, debido a la diferencia de presión asociada con el movimiento de los gases a través de la chimenea, esto es lo que se denomina tiro natural, determinado principalmente por las dimensiones de la chimenea, la temperatura y el flujo de los gases.

La parrilla, es un enrejado sobre el cual descansa el bagazo mientras se quema, comercialmente se construyen parrillas en hierro fundido con un periodo de vida superior a dos años de operación y según el tipo de enrejado, la parrilla puede tener entre el 40 y 60% de área libre según el diseño de la hornilla, de esta manera parte del aire requerido para la combustión circula a través de la parrilla.



**Figura 22. Pailas trapiche vereda el zancudo.**

*Fuente. Investigación de los autores*

## **6.2. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES EXTERNOS (EFE)**

Por medio de la evaluación externa es posible inferir y visualizar una mejor perspectiva del mercado actual en el que está inmerso el sector panelero, al igual de factores determinantes enmarcados al mercado nacional. Al caracterizar y evaluar el mercado usando herramientas matriciales es posible identificar oportunidades y amenazas presentes en el sector, usando una ponderación con criterio por relevancia, se otorga una calificación que será de utilidad con el fin de deducir si en la situación actual del sector panelero es relevante hacer el cambio del modelo actual (artesanal) en el cual se ha ido desarrollando a lo largo del tiempo en la mayoría en los campos productores.

### 6.2.1. Oportunidades dentro de la agroindustria panelera

- Corpoica tiene centros de investigación y producción de variedades mejoradas de caña para panela.
- *Centro de Investigación Tibaitatá*: Kilómetro 14, Vía a Mosquera, Cundinamarca. Hoy impulsa la agricultura protegida y urbana con producción limpia y B.P.A., incluyendo cultivos transitorios de rotación, frutales y hortalizas
- *CIMPA: Kilometro 2 vía antigua a Cipe, Barbosa, Santander* desarrolla un manejo agronómico en caña de azúcar, evaluando nuevas variedades, las cuales son comercializadas en semilla y brote. Otros nichos son los frutales, el manejo de plagas y la cadena agroindustrial, con oferta técnica, investigación y transferencia.
- Instituciones gubernamentales como el ministerio de agricultura con apoyo de Corpoica y Fedepanela, tienen proyectos para impulsar el desarrollo productivo de la caña y su beneficio; apoyan con capacitación y transferencia de tecnología en BPA y BPM. Para acceder a estos proyectos es necesario radicar una propuesta ante la UMATA (unidades municipales de asistencia técnica agropecuaria). (Ministerio de Agricultura, 1994)
- Se tiene normatividad para producción más limpia, sobre la calidad de panela y derretideros (resolución 779 de 2006).
- Corpoica - CIMPA han generado tecnología, en hornillas de alta eficiencia térmica, para disminuir el consumo de leña y llantas (Corpoica, 2010).
- Existen procesos de concertación para fijar metas de reducción de contaminación con las comunidades, a través de los convenios de producción más limpia.
- Algunas entidades y fondos estatales como Finagro, el banco agrario, Fedepanela entre otros ofrecen líneas de crédito a bajo interés.
- Es un producto de alta demanda por los estratos 1, 2 y 3. (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO, 2009)
- Hay demanda en el mercado por subproductos de la caña (combustibles, fibra, papel, ceras, etc.). (Deterioro del sector panelero y azucarero: una revisión de fondo, 2015)

- Hay demanda por productos más limpios, tanto a nivel nacional como internacional.
- Entidades estatales (UMATA) y privadas (Fedepanela) brindan capacitación empresarial, a pequeños y medianos productores con el fin de generar
- Se realizan alianzas para comercializar en cadena la panela que proviene de las diferentes regiones productoras (Coordinación Colegiada del Comité Técnico Subregional del Oriente antioqueño., 2003).

### **6.2.2. Amenazas al sector panelero**

- Inestabilidad laboral del personal de las Umatas -Unidades Municipales de Asistencia Técnica, las cuales prestan la asistencia técnica al cultivo y beneficio de la panela.
- Pocos recursos económicos por parte del Estado para el sector agropecuario. (Portafolio, 2016)
- Presencia de grupos por fuera de la ley, que provocan el desplazamiento y desmotivan la producción.
- Trámites demorados en la conservación de recursos económicos ya sea por crédito, donación, o cofinanciación, aparte muy dispendiosos.
- Fluctuaciones de los precios de la panela en el mercado.
- Vías en mal estado, que dificultan la llegada del producto a los puntos de comercialización y elevan su costo.
- Alta presencia de derretideros. (HSB Noticias, 2015)
- Productos sustitutos (gaseosas y otras bebidas), con alta publicidad para su consumo (Deterioro del sector panelero y azucarero: una revisión de fondo, 2015)

**Tabla 8. Oportunidades / Amenazas al Sector Panelero en Colombia**

Oportunidades	Ponderado %	Clasificación	Total ponderado
1. Protección y capacitación por parte de organizaciones gubernamentales para los productores de panela.	0,05	2	0,1
2. Apoyo a las cadenas productivas por parte del gobierno nacional y el departamental.	0,05	3	0,15
3. Se tiene normatividad para producción más limpia, sobre la calidad de panela y derretideros.	0,075	1	0,15
4. Existen corporaciones encargadas de regular y orientar los procesos productivos bajo sistemas ecológicos.	0,05	1	0,05
5. Es un producto de alta demanda por los estratos 1, 2 y 3.	0,1	3	0,3
6. Alta demanda de productos y subproductos derivados de la caña de azúcar en pro a la exportación.	0,04	3	0,16
7. Bajo precio en comparación a productos sustitutos directamente relacionados	0,025	2	0,05
8. Algunas entidades y fondos estatales ofrecen líneas de crédito a bajo interés (Finagro, Banco Agrario, otros).	0,11	3	0,33

Amenazas	Ponderado %	Clasificación	Total ponderado
1. Presencia de grupos armados al margen de la ley, que estimulan el desplazamiento y desmotivan la producción	0,1	1	0,1
2. Fluctuaciones de los precios de la panela en el mercado.	0,1	3	0,3
3. Vías en mal estado, que dificultan la llegada del producto a los puntos de comercialización y elevan su costo.	0,05	3	0,15
4. Competencia desleal de algunos distribuidores	0,01	2	0,02
5. Alta presencia de derretideros.	0,025	2	0,05
6. Productos sustitutos (gaseosas y otras bebidas), con alta publicidad para su consumo	0,108	3	0,3225
7. La panela está perdiendo gradualmente su participación en la canasta de alimentos de los Colombianos en estratos altos	0,1075	3	0,3225
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>2,6</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

La calificación máxima posible a recibir en la matriz (EFE) es de 4,0, indicando que el sector responde de manera extraordinaria ante las oportunidades y amenazas emergentes. La agroindustria Panelera según la Tabla 8 presenta una ponderación promedio de **2,6** lo cual indica que el sector tiene un buen campo de acción a desenvolverse, pero las estrategias que se han empleado a lo largo del tiempo carecen de impacto y/o acogida por el sector predominante de la agroindustria (campesino). Esto es congruente con datos estadísticos ya que la población de pequeños y medianos productores, al ser el 90,6% de la población productora total (ministerio de Agricultura, 2009), es la más rezagada en cuanto a nivel competitivo y de producción en comparación con el 9,4% que representan las grandes industrias de producción panelera en Colombia. Sin embargo, hay posibilidades de crecimiento y modernización de estos pequeños y medianos productores de la mano de entes que fomenten el cambio como, el Ministerio de Agricultura, Corpoica, Banco Agrario, entre otros.

### **6.3. MATRIZ DE PERFIL COMPETITIVO (MPC)**

La matriz de perfil competitivo (MPC) identifica los principales competidores, así como sus fortalezas y debilidades relevantes en relación con la posición estratégica de un sector. El sector panelero cuenta con empresas en alto grado de tecnificación y capacitación de su personal, pero aun así no representan más del 10% de la producción total de panela en el país. En aras de tomar un análisis de perfil competitivo y objetivo se deciden tomar acopios paneleros que se encuentren en condiciones geográficas con planos inclinados y cultivos parcelados semejantes a la zona de estudio (Vergara-Cundinamarca); Gualanday (Antioquia), Coopanela (Santander) y Doña panela (Boyacá), son tres de los grandes exponentes en cuanto a referencia de tecnificación tanto a nivel productivo e innovación en sus productos comercializados, cuentan con niveles de producción superiores a 400 kg/hora y productos tipo exportación.

**Tabla 9. Perfil competitivo**

Características del producto.	Ponderación	Gualanday		Coopanela		Doña Panela		Campesino	
	%	Calificación	Total	Calificación	Total	Calificación	Total	Calificación	Total
Calidad del producto	0,3	3	0,9	3	0,9	3	0,9	3	0,9
Precios	0,2	2	0,4	2	0,4	3	0,6	1	0,2
Distribución	0,1	2	0,2	2	0,2	2	0,2	1	0,1
Capacidad de producción	0,2	3	0,6	3	0,6	3	0,6	1	0,2
Innovación	0,1	2	0,2	2	0,2	3	0,3	1	0,1
Cercanía a la ciudad	0,05	1	0,05	2	0,1	2	0,1	2	0,1
Empaque	0,05	3	0,15	2	0,1	2	0,1	1	0,05
<b>Total</b>	<b>1</b>		<b>2,5</b>		<b>2,5</b>		<b>2,8</b>		<b>1,65</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

Tomando como referencia la Tabla 9, puede apreciarse que la población más influyente a nivel productivo y representativo, es la más rezagada. Factores como la ubicación de las instalaciones, la capacidad, eficiencia de la producción y las ventajas tecnológicas son los principales problemas que debe asumir el campesino colombiano a la hora de competir con la industria panelera. El sector panelero está inmerso en una cultura productora donde el proceso de fabricación prevalece intacto entre las generaciones campesinas, donde transmiten sus conocimientos, El relevo generacional en la producción de panela, se mantiene a través del tiempo en los conocimientos técnicos y productivos que son enseñados de una generación a otra. Esto trae consigo que la tradición permanezca presente en la población sin necesidad que adopten nuevos conocimientos y estrategias de producción; este es punto de inflexión entre el campesino productor y las grandes industrias del sector panelero. La panela tal como se evidencia en las matrices y las estadísticas otorgadas por el DANE tiene un gran impacto en la

economía agroindustrial del país, por consiguiente es un sector de gran viabilidad el cual debe mejorar sus procesos productivos en sus centros de acopio o trapiches paneleros, por consiguiente la viabilidad de tecnificar los procesos actuales se convierte en una medida por optar y así renovar el sector panelero en la región de Vergara, Cundinamarca.

#### 6.4. ENCUESTA CARACTERIZACIÓN VEREDA.

La vereda “El zancudo” cuenta con una población aproximada de 100 personas, las cuales están distribuidas en 25 familias. Con el fin de tener un valor preciso y objetivo del estado actual de la zona se toma como referencia la cantidad de familias como tamaño de la población, realizando la encuesta a las personas cabeza de hogar o que cuenten con experiencia en el sector panelero.

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

n= Tamaño de la muestra  
 z= Nivel de confianza deseado  
 p= Proporción de la población con la característica deseada (éxito)  
 q= Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)  
 e= Nivel de error dispuesto a cometer  
 N= Tamaño de la población

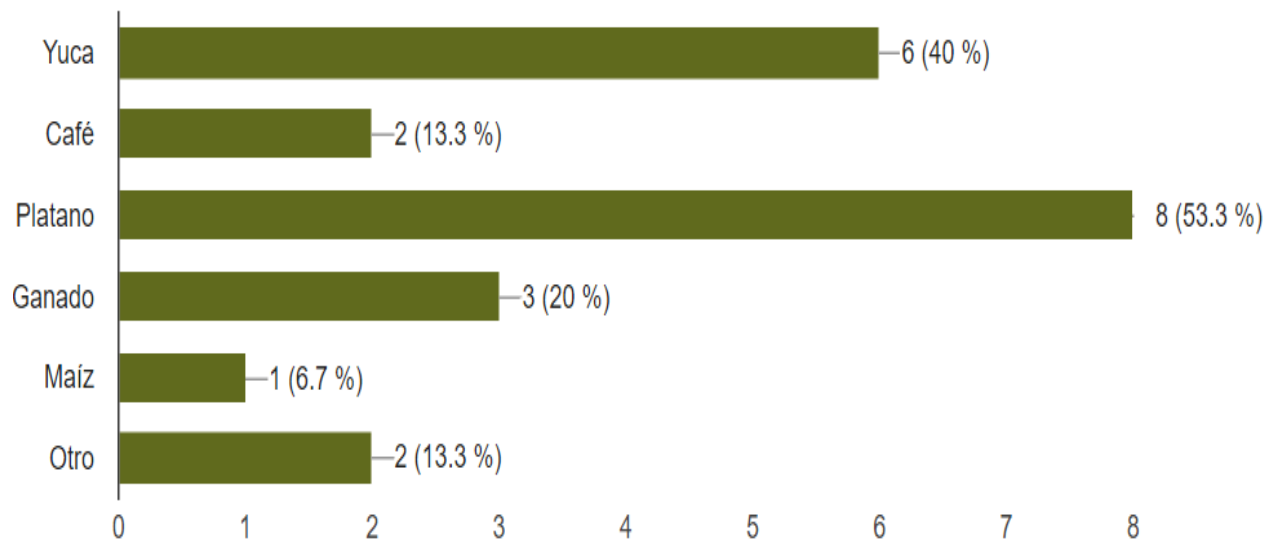
Ecuación estadística para proporciones poblacionales.

N=25  
 z= 90%  
 e= 10%  
 n= X

Tras hacer la validación de la población, se concluye que el tamaño de la encuesta acorde a la población es de **19 encuestas**, aplicadas a productores y comercializadores de la zona de estudio dando como resultado:



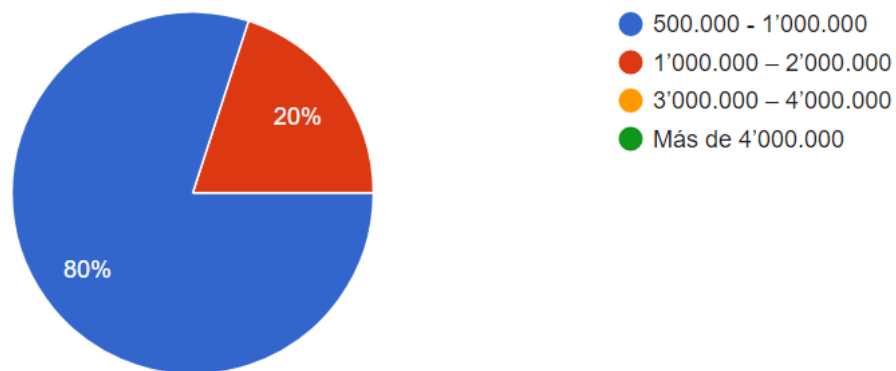
De los agricultores encuestados todos se dedican al cultivo de caña y producción de panela en diferentes porcentajes de relevancia, ya que cuentan con otros tipos de cultivos como se puede evidenciar en la figura 23.



**Figura 23. Actividades adicionales desarrolladas en la vereda.**

*Fuente: Elaboración propia.*

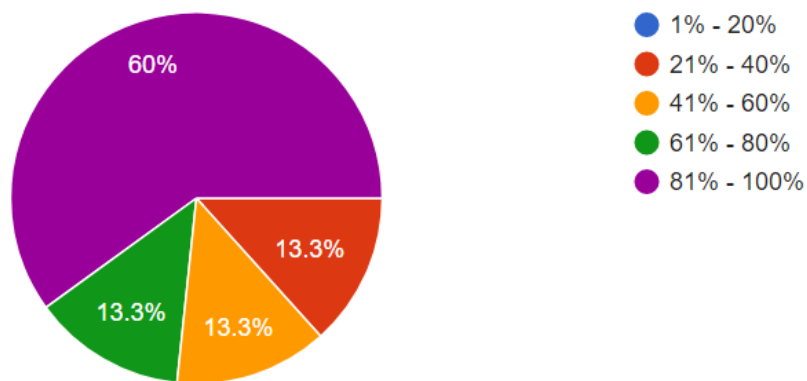
Otro cultivo predominante en el área es la siembra de plátano, utilizado para consumo sectorial y comercialización directa. La yuca y maíz son considerados cultivos netamente para consumo en el núcleo familiar y las áreas usadas para ganadería son limitadas por la geografía inclinada que caracteriza la región.



**Figura 24. Ingresos Promedio mensuales.**

*Fuente: Elaboración propia.*

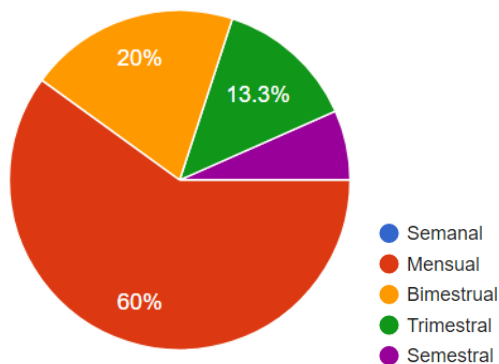
Los ingresos de los productores del sector no excede los dos millones de pesos, y el 80% de los ingresos no superan el millón de pesos Colombianos, es decir que los agricultores perciben aproximadamente un SMLV con la diferencia que no cuentan con las respectivas garantías que por ley garantiza un contrato laboral.



**Figura 25. Porcentaje de ingresos dependiente de la producción de panela.**

*Fuente: Elaboración propia.*

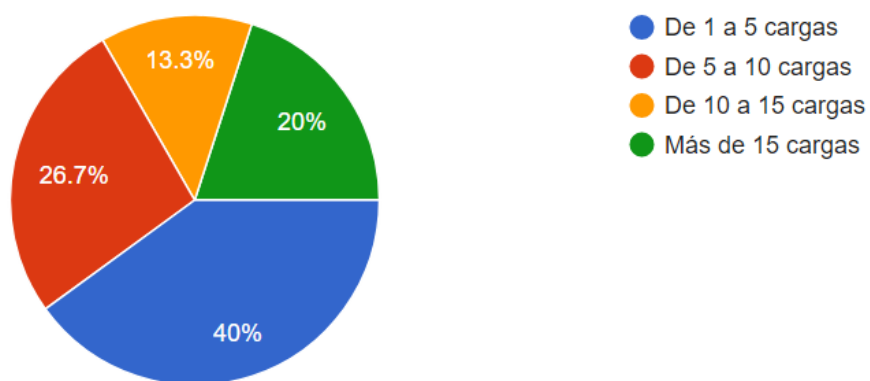
De la figura 25 el 100% de los ingresos registrados por nuestros campesinos el 60 % de ellos provienen de la producción de panela, mientras que el 40% restante proviene de producción de café, plátano y jornales (día trabajado) diferente a cualquier actividad relacionada con la panela y el cultivo de caña.



**Figura 26. Periodos de producción de panela.**

*Fuente: Elaboración propia.*

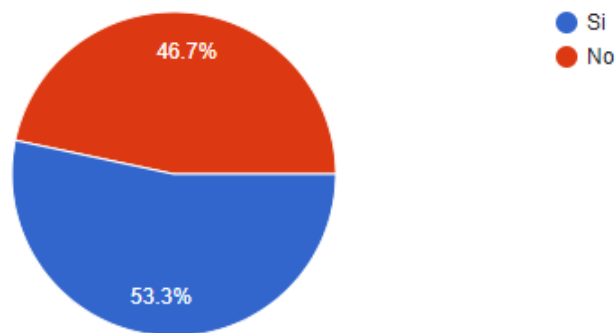
El modelo de producción predominante en la vereda consta de una producción mensual con un 60% de relevancia en los agricultores, por lo general el agricultor de la zona requiere de 2 semanas de preparación para llevar a cabo el proceso de corte y apronte de la caña que posteriormente será utilizada en los trapiches.



**Figura 27. Cantidad de producción por jornada de trabajo.**

*Fuente: Elaboración propia.*

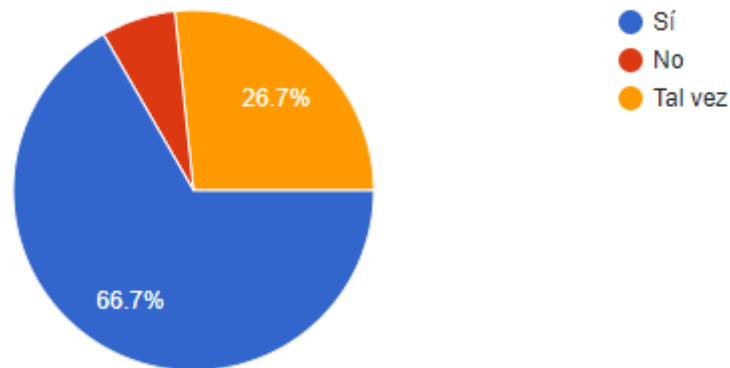
En la figura 27 se evidencia las cargas de panela que usualmente los agricultores generan (1 carga= 5 cajas de panela x 40 und) un 40% de los encuestados apuntan a la producción por lotes de hasta 5 cargas, es decir 25 cajas de panela, este es relativo ya que depende de la cantidad de hectáreas cultivadas que tiene cada agricultor, según datos del DANE un agricultor tiene aproximadamente de 8 hectáreas de cultivos, de las cuales 6 son dedicadas única y exclusivamente al cultivo de caña. (DANE, 2014)



**Figura 28. Porcentaje agricultores que cuentan con un trapiche.**

*Fuente: Elaboración propia.*

Como se puede ver en la figura 28 casi la mitad de los agricultores de la zona no cuentan con un trapiche propio, por lo cual deben alquilar un trapiche o acudir al centro de acopio comunitario que tiene cada zona veredal. Cualquiera que sea la opción a tomar el agricultor deberá pagar por el alquiler ya sea en especie (dando parte de la panela procesada) o en dinero directamente.



**Figura 29. Interés del agricultor en conformar una cooperativa.**

*Fuente: Elaboración propia.*

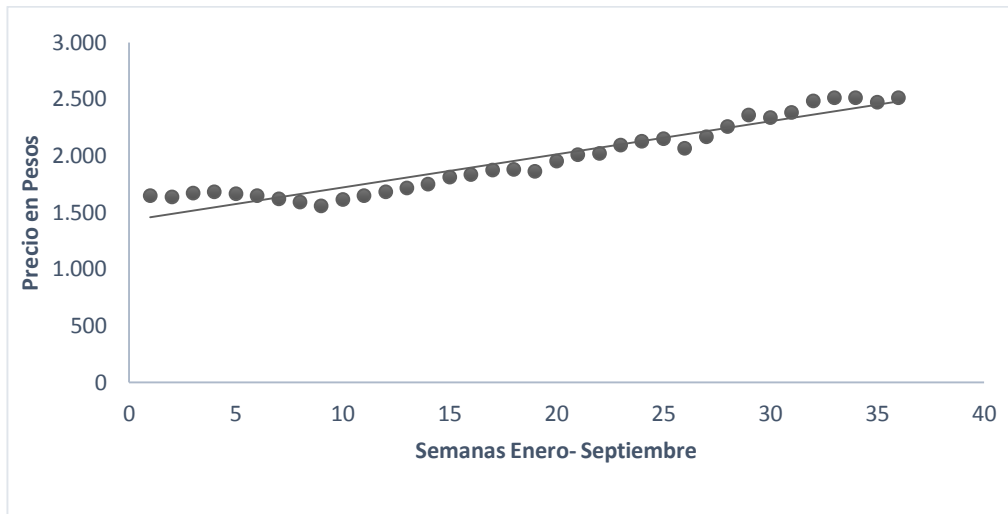
El 66,7% de los agricultores encuestados presentan un interés en conformar una cooperativa que beneficie a toda la zona y un 26,7% demarcan en un posible, este porcentaje se da a lugar por la desconfianza y el miedo que se genera en el agricultor ante el cambio a los procesos que siempre han desempeñado de la misma manera, así lo expresaron al momento de realizar la encuesta.

### **6.5. COMPORTAMIENTO DE LOS PRECIOS DE LA PANELA.**

Los precios promedio al productor no tienen una tendencia clara, ya que en los últimos 12 años se han presentado grandes subidas y bajadas afirma el ministerio de Agricultura. Los cambios más fuertes se presentaron del 2003 al 2004 con una disminución del precio del 19% y del 2006 al 2007 con un incremento del 66%

A partir del 2015 a la fecha, los precios tienen una tendencia a la alza, con un precio promedio de \$ 1969 pesos el kilogramo. El precio más alto al productor en el 2016 se registra en el departamento del Caquetá, con un precio promedio de \$ 2268 pesos el

kilogramo como se puede ver en la Figura 30, mientras que el departamento del Cauca presenta el menor precio promedio de \$1870 pesos.



**Figura 30. Comportamiento precios promedio por kilogramo 2016**

*Fuente. Elaboración Propia*

Cundinamarca al ser uno de los departamentos más influyentes en el sector panelero demuestra, un incremento exponencial en sus precios al productor de manera constante con un precio promedio de \$ 1896 pesos por kilogramo a septiembre de 2016.

## **7. ANÁLISIS MODELOS DE TECNIFICACIÓN**

En este capítulo se tendrá en cuenta, en primera instancia el proceso de producción de panela tradicional que se está llevando a cabo en la Vereda El Zancudo; y se describirán modelos de tecnificación, analizando criterios como alimentación del modelo, capacidad de producción, eficiencia global del proceso, costos de implementación y de mantenimiento, que permitirán mejoras al proceso panelero.

### **7.1. SISTEMA TRADICIONAL**

Es de resaltar que debido a las condiciones económicas y a la situación geográfica de los trapiches de este sector, generalmente una hornilla panelera no cuenta con sistemas eléctricos o mecánicos dentro del proceso, que le permitan manipular el flujo de bagazo, el exceso de aire, el flujo de gases de combustión o ejercer un control automático sobre las condiciones de operación; por esta razón, los niveles de eficiencia energética con la tecnología que se dispone actualmente no superan el 33%; además, el proceso de manufactura demanda un alto recurso humano.

**Tabla 10. Diagrama de procesos.**

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS									
CÓDIGO DE COLORES				Producto: Panela		proceso: Fabricación de Panela			
Caña de azúcar				Desde: Corte de la panela					
Ensamble 1				Hasta: Empaque					
Ensamble Final				Fecha: Octubre 2016					
No.	ACTIVIDAD	○	□	▽	⇨	⬇	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	OBSERVACIONES
1	Corte de caña de azúcar	●	□	▽	⇨	⬇	216	50	Se hace el corte de la caña de azúcar cuando los grados brix estén óptimos (maduración del tallo)
2	Alce de caña de azúcar	●	□	▽	⇨	⬇	9	2	
3	Transporte caña de azúcar	○	□	▽	⇨	→	30	50	Transporte de el terreno de corte al trapiche
4	Recepción y acopio caña de azúcar	○	□	▽	⇨	⬇	144	3	
5	Extracción	●	□	▽	⇨	⬇	102	3	componentes: El jugo y bagazo de la caña de azúcar ( se utiliza como combustible en los fondos)
6	Pre limpieza	●	□	▽	⇨	⬇	2	3	Se hace la pre limpieza, se retira el bacillo (residuos)
7	Transporte a las calderas	○	□	▽	⇨	→	3	4,5	
8	Limpieza (Fondo 1)	●	□	▽	⇨	⬇	62	1	
9	Clarificación y encalado (Fondo 2)	●	□	▽	⇨	⬇	22	1	Adición de balso al jugo de caña de azúcar
10	Clarificación y encalado (Fondo 3)	●	□	▽	⇨	⬇	20	1	
11	Evaporación y Concentración (Fondo 4)	●	□	▽	⇨	⬇	48	1	una transformación de jugo de la caña a miel
12	Punteo (Fondo5)	●	■	▽	⇨	⬇	45	1	
13	Batido	●	□	▽	⇨	⬇	10	2	se transforma la miel a panela y se inspeccionan las propiedades físicas de la
14	Transporte a zona moldeo	○	□	▽	⇨	→	5	2,05	
15	Moldeo	●	□	▽	⇨	⬇	5	/	
16	Quitar excesos	○	■	▽	⇨	⬇	2	/	
17	Enfriamiento	●	□	▽	⇨	⬇	8	/	
18	Desmoldeo	●	□	▽	⇨	⬇	5	/	
19	Transporte zona empaque	○	□	▽	⇨	→	4	3	
20	Empaque	●	□	▽	⇨	⬇	10	/	
TOTAL							752	128	

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 10 se realiza un diagrama de flujo tomando como referencia la producción de panela efectuada en la zona partiendo del punto del corte de la caña, que posteriormente será transformada en panelas cuadradas de 1 libra.



En total se procesó 750 @ arrobas (8.5 toneladas) de caña representadas en 50 cargas que fueron transportadas mediante tracción animal.

El número de actividades y el tiempo empleado para dicha producción se encuentran consolidado en la Tabla 11, la mayoría de los procesos deben ser realizados por los operarios y en algunos casos requieren de gran esfuerzo físico, el cual demarca un desgaste progresivo en los operarios, impidiendo un trabajo eficiente constante.

**Tabla 11. Diagrama de flujo de procesos-Consolidado**

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS . RESUMEN				
SIMBOLO	NOMBRE	TIEMPO TOTAL POR PROCESO (min)	# ACTIVIDADES	VALOR RELATIVO %
○	Operación	519	13	65%
□	Inspección	2	1	5%
◻	Operación- Inspección	45	1	5%
▽	Almacen	144	1	5%
➡	Transporte	42	4	20%
D	Demora	0	0	0%
<b>TOTAL</b>		752	20	100%

*Fuente. Elaboración propia.*

De 20 actividades en total 16 de ellas son realizadas por los operarios, siendo el 81% del total del esfuerzo y tiempo empleado para la transformación del jugo de caña en bloques de panela tal como se puede percibir en la Tabla 12. Esto lo convierte en todo un proceso que demanda mucha energía en relación a otras actividades económicas que se pueden llevar en la región, como lo es la ganadería y cultivos que demanden menos energía y tiempo de cosecha.

**Tabla 12. Tiempo manejo de materiales**

TIEMPO DE MANEJO DE MATERIALES			
MANEJO	CANTIDAD	TIEMPO	
	ACTIVIDADES	VALOR ABSOLUTO	VALOR RELATIVO %
Humano	16	609	81%
Maquina y/o equipo	4	143	19%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>752</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

El 90% de las actividades realizadas en el proceso de transformación de la materia prima corresponde a niveles de mecanización de 0-3 los cuales están efectuados netamente por operaciones de fuerza física ejecutadas por los jornaleros. De esta manera es posible evidenciar en la Figura 31 el desgaste al que están sometidos y la falta de tecnificación a la que está sometida el departamento de Cundinamarca.

NIVELES DE MECANIZACIÓN			
DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		
	POTENCIA	CONTROL	NM
Corte de caña de azúcar	Fuerza física	Manual	0
Alce de caña de azúcar	Fuerza física	Manual	0
Transporte caña de azúcar	Fuerza física	Manual	3
Recepción y acopio caña de azúcar	Fuerza física	Manual	0
Extracción	Combustión	Manual	5
Pre limpieza	Fuerza física	Manual	1
Transporte a las calderas	Gravedad	Manual	4
Limpieza (Fondo 1)	Fuerza física	Manual	1
Clarificación y encalado (Fondo 2)	Fuerza física	Manual	1
Clarificación y encalado (Fondo 3)	Fuerza física	Manual	1
Evaporación y Concentración (Fondo 4)	Fuerza física	Manual	1
Punteo (Fondo5)	Fuerza física	Manual	1
Batido	Fuerza física	Manual	1
Transporte a zona moldeo	Fuerza física	Manual	2
Moldeo	Fuerza física	Manual	1
Quitar excesos	Fuerza física	Manual	1
Enfriamiento	Fuerza física	Manual	1
Desmoldeo	Fuerza física	Manual	1
Transporte zona empaque	Fuerza física	Manual	2
Empaque	Fuerza física	Manual	1

**Figura 31. Niveles de mecanización en el proceso**

*Fuente. Elaboración propia.*

En la Tabla 13 se encuentran especificaciones técnicas y productivas sobre el modelo tradicional que se está llevando a cabo en medio de la Vereda El Zancudo; actualmente se tiene una capacidad de producción de 70 kg/h, la baja eficiencia del proceso genera que el bagazo usado como fuente de alimentación para combustión no sea suficiente y se deba recurrir al uso de llantas, madera, combustión por acpm para lograr suministrar la suficiente fuente de calor que el proceso necesita, generando alteraciones y contaminación al medio ambiente.

**Tabla 13. Información técnica y productiva sistema tradicional.**

<b>Corriente</b>	<b>Sistema Tradicional (kg/h)</b>
Capacidad de Producción kg/h	70
Capacidad producción día operativo kg/12h	850
Bagazo Sobrante en kg/h	-55*
ACPM empleado en kg/h	28
Bagazo empleado en kg/h	215
Flujo de Vapor en evaporación en kg/h	343
Flujo de Vapor en clarificación en kg/h	53
Flujo de Vapor en Concentración en kg/h	30
Eficiencia Global usando ACPM como combustible (%)	40%
Eficiencia Global usando Bagazo como combustible (%)	30%

*Tomado de (Durán, 2010), elaboración propia;*

*\*El valor de bagazo sobrante es negativo debido a la baja eficiencia del proceso*

## **7.2. CÁMARA DE COMBUSTIÓN PLANA – CIMPA**

Los costos para la implementación de un sistema Plana-Cimpa pueden ser apreciados en la Tabla 14, donde la mayor inversión se tendrá que realizar en el ladrillo refractario usado para mejorar el proceso de combustión.

**Tabla 14. Costos de implementación Sistema Plana- Cimpa**

<b>Concepto</b>	<b>Precio (\$)</b>
Alquiler maquinaria pesada (retroexcavadora)	2.000.000

Ladrillo refractario	5.000.000
Materiales (cemento, arena etc.)	2.000.000
Pailas	4.000.000
Mano de obra	3.000.000
<b>Total</b>	<b>\$ 16.000.000</b>

*Fuente. Investigación de los autores*

El sistema de producción Plana-Cimpa tiene una capacidad de producción de 120 kg/h, con una eficiencia global 35% si sólo se usa Bagazo como combustible, al igual que en el sistema tradicional existe como se puede apreciar en la Tabla 15 una falta de Bagazo, que también llevaría al uso de combustión por otro medio pero con una eficiencia y capacidad de producción más altas.

**Tabla 15. Información técnica y productiva Plana-Cimpa**

<b>Corriente</b>	<b>Plana Cimpa (kg/h)</b>
Capacidad de Producción kg/h	120
Capacidad producción día operativo kg/12h	1440
Bagazo Sobrante en kg/h	-48*
ACPM empleado en kg/h	26
Bagazo empleado en kg/h	196
Flujo de Vapor en evaporación en kg/h	343
Flujo de Vapor en clarificación en kg/h	53
Flujo de Vapor en Concentración en kg/h	30
Eficiencia Global usando ACPM como combustible (%)	44%
Eficiencia Global usando Bagazo como combustible (%)	35%

*Tomado de (Durán, 2010), elaboración propia; \*El valor de bagazo sobrante es negativo debido a la baja eficiencia del proceso*

### 7.3. CÁMARA DE COMBUSSTIÓN WARD – CIMPA

El costo para implementar este sistema aumenta en comparación al del sistema plana-cimpa debido a la infraestructura subterránea que necesita para poder implementar la rampa de secado que permitirá utilizar en mayor porcentaje el bagazo húmedo extraído de la caña, por ende se necesitará como es mostrado en la Tabla 16 más materiales y mano de obra para su construcción.

**Tabla 16. Costo de implementación sistema Ward Cimpa**

<b>Concepto</b>	<b>Precio (\$)</b>
Alquiler maquinaria pesada (retroexcavadora, martillo neumático etc.)	2.000.000
Ladrillo refractario	9.500.000
Materiales (cemento, arena etc.)	4.000.000
Pailas	4.000.000
Mano de obra	4.500.000
<b>Total</b>	<b>\$24.000.000</b>

*Fuente. Investigación de los autores*

La capacidad de producción es mayor, obteniendo 150kg/h con una eficiencia global del proceso de 40% como lo indica la Tabla 17; usando tan solo 196 kg de bagazo como combustible, mientras que en el sistema tradicional se están usando 215 kg de bagazo con un faltante de 55 kg para obtener tan solo 70 kg/h de panela.

**Tabla 17. Información técnica y productiva Ward-Cimpa**

<b>Corriente</b>	<b>Ward Cimpa (kg/h)</b>
Capacidad de Producción kg/h	150
Capacidad producción día operativo kg/12h	1800
Bagazo Sobrante en kg/h	-48*
ACPM empleado en kg/h	26
Bagazo empleado en kg/h	196
Flujo de Vapor en evaporación en kg/h	343
Flujo de Vapor en clarificación en kg/h	53
Flujo de Vapor en Concentración en kg/h	30
Eficiencia Global usando ACPM como combustible (%)	44%
Eficiencia Global usando Bagazo como combustible (%)	40%

*Tomado de (Durán, 2010), elaboración propia;*

*\*El valor de bagazo sobrante es negativo debido a la baja eficiencia del proceso*

#### **7.4. SISTEMA DE EVAPORADORES DE MÚLTIPLE EFECTO**

Los costos de implementación en este sistema aumentan considerablemente debido al cambio que se debe generar en la forma de producción específicamente en las actividades de clarificación, concentración y evaporación que es donde se instala el sistema de evaporadores y calderas, tal como lo muestra la Tabla 18 ingresa un nuevo costo que es la capacitación y acompañamiento continuo al sistema de evaporadores.

**Tabla 18. Costo de implementación sistema Evaporación cerrada**

<b>Concepto</b>	<b>Precio (\$)</b>
Alquiler Maquinaria pesada	4.000.000
Sistema evaporadores y calderas	25.000.000

Adecuación instalaciones (pisos, paredes etc.)	7.000.000
Capacitación y acompañamiento continuo	6.000.000
Mano de obra	12.000.000
<b>Total</b>	<b>\$ 54.000.000</b>

*Fuente. Investigación de los autores*

De la evaporación cerrada obtenemos una capacidad de producción de 300kg/h, donde la utilización de bagazo es menor y aún existen sobrantes del mismo para ser usado como combustible en próximas corridas de producción, como se puede ver en la Tabla 19 se obtiene una eficiencia global del proceso de 51% debido a la utilización de los vapores provenientes de los procesos de clarificación, concentración y evaporación.

**Tabla 19. Información técnica y productiva Evaporación cerrada.**

<b>Corriente</b>	<b>Evaporación cerrada (kg/h)</b>
Capacidad de Producción kg/h	300
Capacidad producción día operativo kg/12h	3600
Bagazo Sobrante en kg/h	39
ACPM empleado en kg/h	14
Bagazo empleado en kg/h	108
Flujo de Vapor en evaporación en kg/h	149
Flujo de Vapor en clarificación en kg/h	53
Flujo de Vapor en Concentración en kg/h	34
Eficiencia Global usando ACPM como combustible (%)	69%



Eficiencia Global usando Bagazo como  
combustible (%)

51%

---

*Tomado de (Durán, 2010), elaboración propia*

De los modelos de tecnificación expuestos y desarrollados actualmente, el sistema de múltiple efecto o evaporación cerrada presenta los mejores porcentajes de aprovechamiento en el flujo exergetico (energía térmica que se desarrolla en los hornos de combustión) de todo el proceso comprendido desde la clarificación, evaporación y concentración de los jugos. La capacidad de producción del modelo puede dar pie a una producción continua donde el agricultor pueda procesar lotes de caña diarios, aunque inicialmente se recomienda el uso del trapiche de 5 días al mes (1 vez por semana) con lotes mínimos de 1,3 toneladas de panela (procesar aprox. 130 toneladas de caña).

## 8. COMPARATIVO MODELOS DE TECNIFICACIÓN

### 8.1. MEJORA DE CULTIVOS.

La mejora de los cultivos, el suministro de semillas y materiales de siembra de alta calidad de variedades seleccionadas para los productores son necesarios para garantizar una mejor producción agrícola y satisfacer los crecientes desafíos ambientales. Partiendo de este punto la tecnificación y reconversión productiva de los sistemas paneleros se debe abordar desde el momento en que se selecciona la semilla y el tipo de siembra de la misma. Corpoica de la mano de los productores de la zona desarrollo una semilla (CC 84-75) la cual se adapta perfectamente a los terrenos y perfiles inclinados que predominan en la región, entre sus principales cualidades resaltan:

**Tabla 20 Cualidades de la semilla CC 84-75**

<b>Cualidad</b>	<b>CC84-75</b>
Altura promedio planta, m	3,30
Índice de crecimiento, cm/mes	17,9
Producción de semilla, t/ha	31,10
Producción de caña, t/ha	229,8
Producción de panela, t/ha	28,4

*Fuente: (GARCÍA, 2006)*

Como se puede apreciar en la tabla 20, esta semilla fue creada especialmente para la industria panelera/azucarera es por ello sus altos índices de crecimiento y obtención de caña, al implementar esta semilla la región incrementara sus índices de producción de panela casi 6 veces (560 %) de cómo se está presentado actualmente con una producción por hectárea de 5 toneladas de panela a una producción por hectárea de 28 toneladas con la nueva semilla.

## 8.2. COSTO MATERIA PRIMA E INSUMOS:

### 8.2.1. Cal

Por cada cochada de aproximadamente 1200 litros de jugo de caña a clarificar, se deben adicionar en promedio 1 litro de lechada de cal que contiene una concentración de 100 a 150 gramos de Cal por litro de jugo de caña (Guia tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera, 2007)

$$\frac{1 \text{ l de lechada de cal} * \frac{100 \text{ gr}}{1 \text{ l de lechada}}}{1200 \text{ l de jugo a clarificar}} = 0,08333 \frac{\text{gr de cal}}{\text{l de jugos crudos}}$$

La cantidad de jugos extraídos en el mes es de:

$$1200 \frac{\text{l de jugo crudo}}{\text{h}} * ((5 * 12 + 1 * 6) * 4) = 316.800 \text{ l de jugo}$$

Por lo tanto la cantidad de cal necesaria en el mes es aproximadamente:

$$316.800 \text{ litros de jugo} * 0,08333 \frac{\text{gr de cal}}{\text{l de jugos crudos}} = 26400 \text{ gr de cal}$$

El bulto de 50 Kilos de cal en el mercado tiene un costo de aproximadamente \$19.800, lo que equivale a \$396 por kilo, entonces el costo por tonelada de panela es:

$$26400 \text{ gr de cal} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} * \frac{\$396}{\text{kg}} = \$10.454$$

### 8.2.2. Caña

El costo de la caña por tonelada es aproximadamente de \$80.000. Actualmente la región cuenta con un nivel productivo de 1:10 Aproximadamente, lo que indica que para hacer una tonelada de panela, se requiere de 10 toneladas de caña (\$800.000).

### 8.2.3. Jornal

Se entiende por jornal el salario que cobra un trabajador por un día de trabajo o también el trabajo que realiza un operario por día. El jornal de trabajo es variable según el área y labor a desempeñar, ya que un día de corte y apronte de caña se paga menor en relación al día donde se procese la caña y se realice la transformación en panela. Adicional en algunas partes es posible que se ofrezca la alimentación del jornalero en su tiempo de labor. Para el corte y apronte de la caña se necesitan alrededor de 4 personas por 5 días y de 6 personas el día en que se lleve a cabo la molienda en los modelos tradicionales o abiertos como lo son el plana y Ward cimpa, mientras que el sistema por múltiple efecto requiere de solo 4 personas al momento de la molienda.

$$\text{Jornal día de corte y apronte.} = \$30.000 * 4 = \$120.000$$

$$\$120.000 * 5 \text{ días} = \$600.000$$

$$\text{Jornal día de Molienda} = \$50.000 * 6 = \$300.000$$

$$\text{Total} = \$900.000$$

$$*\text{múltiple efecto} = \$600.000 + (\$50.000 * 4) = \$800.000$$

### 8.2.4. Costo por electricidad (aplica Únicamente al sistema Múltiple Efecto)

En una planta con sistema de evaporadores de múltiple efecto se hacen necesarios los motores descritos en la Tabla 22, con especificaciones de potencia y factor de uso, donde

1 hará referencia a que la máquina se encuentra siempre encendida y 0 corresponde que permanece siempre apagada.

**Tabla 21. Especificaciones maquinaria con consumo de electricidad**

	HP	Cantidad	Kw	Factor de uso	Kw consumidos
Molino	30	1	22,5	0,6	13,5
Ventilador principal de la caldera	15	1	11,25	0,8	9
Ventiladores secundarios de la caldera	1	2	1,5	0,8	1,2
Bomba de condensados de la caldera	7,5	1	5,625	0,15	0,84375
Bomba de alimentación de jugos	1	1	0,75	1	0,75
Bombas de agua de refrigeración	3	2	4,5	1	4,5
Bomba de mieles	1	1	0,75	0,05	0,0375
Total					29,83

*Fuente. Elaboración propia*

La planta estará en funcionamiento 5 días de 12 horas y un día de 6 horas, teniendo esto en cuenta la potencia consumida al mes de los motores es de:

$$P = 29,83Kw * (5 * 12h + 1 * 6h) * 4 = 7.875,2Kwh$$

Y el costo mensual de la electricidad, tomando como referencia las tarifas vigentes (CODENSA, 2017) para un sector no residencial de tipo industrial es de:

$$C = 7875,2kwh * 417,9998 \frac{\$}{kwh} = \$3'291.832$$

El costo de mensual de electricidad será de 3'291.832, es importante tener en cuenta que en un mes el sistema por múltiple efecto será capaz de procesar 3,6 Tonelada por 12h.

$$5 \text{ días} * 3,6 \text{ toneladas} + 0,6 = 18,6 \text{ Toneladas}$$

$$\frac{\$3'291.832}{7,1} = 177.000 \text{ \$/T}$$

En una jornada de producción de 12 hrs se producen 3,6 toneladas de panela con un costo aprox de \$531.000

### 8.3. COSTOS DE PRODUCCIÓN

El costo de producción por tonelada de panela procesada en una planta o trapiche panelero tiene una relación intrínseca con factores sociales, ambientales y económicos al momento de su producción, ya que factores demográficos, estado de las vías y porcentajes de consumo del producto son algunos determinantes para que los precios por insumos básicos, transporte del producto terminado y jornales incrementen y muy pocas veces bajen

**Tabla 22. Comparativo costos de producción**

Descripción/Costo	Múltiple Efecto	Plana	Ward	Tradicional
*Energía eléctrica (12 hrs )	\$531.000	\$250.000	\$250.000	\$250.000
Insumos	\$10.454	\$10.454	\$10.454	\$10.454
Equipo (machete, pala etc.)	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$100.000
Materia prima	\$800.000	\$800.000	\$800.000	\$800.000
Combustibles	\$200.000	\$300.000	\$300.000	\$400.000
Mano de Obra	\$800.000	\$900.000	\$900.000	\$900.000
Transporte	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000
Mantenimiento	\$80.000	\$80.000	\$80.000	\$80.000
<b>Total</b>	<b>\$2.721.454</b>	<b>\$2.640.454</b>	<b>\$2.640.454</b>	<b>\$2.740.454</b>

*Fuente. Elaboración propia*

\*Es importante resaltar el costo energético que consume cualesquiera de los 3 modelos ya que actualmente el Sena con apoyo de Corpoica han implementado una serie de paneles solares de fácil acceso los cuales alimentan toda la operación, y de esta manera se podría llegar a obviar el costo por energía eléctrica, brindando un producto eco amigable y con un margen mayor de ganancia.

En la tabla 23 se tomó en cuenta el costeo por una jornada de 12 horas de labores continuas en el trapiche panelero, donde se tuvo en cuenta los principales factores que repercuten directa o indirectamente en los costos de producción. El sistema tradicional demostró ser el más costoso en relación a los modelos de tecnificación, esto se debe principalmente a la eficiencia exergética que se presenta es mucho más baja lo que traduce a un incremento en los combustibles necesarios para continuar la jornada. El segundo modelo más costoso es el de múltiple efecto pero cabe resaltar que en el tiempo de 12 horas de labores el modelo es capaz de duplicar los niveles de producción (3,6 toneladas de panela) en relación a los otros (1,4 – 1,8 toneladas de panela), es decir que los costos de producción por tonelada se verán reducidos a la mitad en el sistema por múltiple efecto (\$755.959 / tonelada) mientras que en los sistemas Ward cimpa y plana cimpa serán de \$1.466.919 y \$1.833.649 / tonelada respectivamente.

#### **8.4. TIEMPOS DE OPERACIÓN**

Corresponden al tiempo necesario para realizar las operaciones para completar un ciclo productivo equivalente al procesamiento final de 1 Tonelada de Panela.

**Tabla 23. Tiempos operativos de los modelos**

Actividad	Tiempo (hora)			
	Múltiple Efecto	Ward	Plana	Tradicional
Clarificación	1	1,78	1,78	2
Evaporación	4 a 5	6 a 8	7 a 9	10
Concentración	0,78	0,78	0,78	1
Total	5,78 a 6,56	8,56 a 10,56	9 a 11	13

*Fuente. Elaboración propia*

La tabla 24 demuestra como el sistema cerrado por múltiple efecto presenta una mejor relación de eficiencia / costo, ya que en el mismo tiempo y con los mismos recursos, tiene un nivel productivo casi del 200% en relación a los otros modelos. Llegando a procesar más de 13 toneladas de panela en un tiempo estipulado de 66 horas laborales distribuidas a lo largo del mes, mientras que los sistemas abiertos como plana y Ward cimpa en el mismo tiempo de producción son capaces de procesar 7,3 y 8,2 Toneladas respectivamente. Se toma como referencia 66 horas laborales (5 días al mes) como punto de partida post implementación de los modelos de tecnificación, ya que es recomendable a medida del tiempo y con ayuda de las nuevas semillas tecnificadas se logre un incremento productivo donde la planta o trapiche funcione diario, ocasionando una disminución considerable en los costos y garantizando el trabajo continuo a los agricultores de la vereda.

## **8.5. COMPARACIÓN MODELOS DE TECNIFICACIÓN PANELERA**

La comparación de los modelos de tecnificación es realizada por medio de una matriz comparativa mostrada en la Tabla 25 donde cada categoría de evaluación tiene un peso



relativo que oscila entre 0,0 (poca importancia) a 1,0 (alta importancia), y a los modelos se les asigna una valoración que va de 1 a 4, siendo 4 una fortaleza importante, 3 una fortaleza menor, 2 una debilidad menor y 1 una debilidad grave.

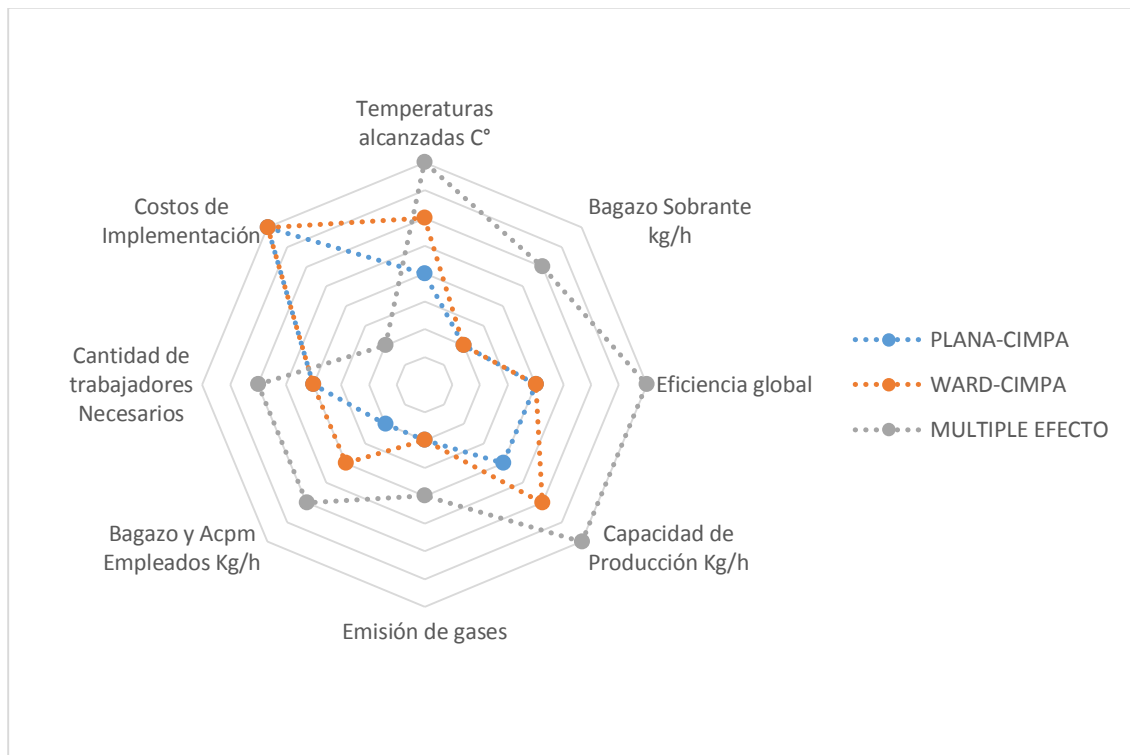
**Tabla 24. Comparativo modelos de tecnificación.**

Criterio de evaluación	Ponderación %	Plana-cimpa		Ward-cimpa		Múltiple efecto	
		Calificación	Total	Calificación	Total	Calificación	Total
Temperaturas alcanzadas C°	0,12	2	0,24	3	0,36	4	0,48
Bagazo Sobrante kg/h	0,05	1	0,05	1	0,05	3	0,15
Eficiencia global	0,21	2	0,42	2	0,42	4	0,84
Capacidad de Producción Kg/h	0,25	2	0,5	3	0,75	4	1
Emisión de gases	0,05	1	0,05	1	0,05	2	0,1
Bagazo y Acpm Empleados Kg/h	0,11	1	0,11	2	0,22	3	0,33
Cantidad de trabajadores Necesarios	0,05	2	0,1	2	0,1	3	0,15
Costos de Implementación	0,16	4	0,64	4	0,64	1	0,16
<b>Total</b>	1.0		2,11		2,59		<b>3,21</b>

*Fuente. Elaboración propia*

Los modelos de tecnificación plana y Ward Cimpa, son arquetipos al sistema de producción artesanal que se ha venido desempeñando en Colombia hace más de 100 años; con ligeros cambios en sus sistemas principalmente en la zona de las hornillas, ocasionando leves incrementos en las temperaturas alcanzadas y por consiguiente en la eficiencia global de producción, sistema artesanal< plana cimpa< Ward cimpa. Más sin

embargo el modelo de tecnificación ápice de la agroindustria panelera es el sistema de múltiple efecto, representa el mejor sistema de combustión adiabática para la producción de panela, aprovechando puntos débiles que presentan modelos anteriores a este (pérdidas de calor y cantidad excesiva de material combustible empleado).



**Figura 32. Comparativo entre modelos de tecnificación**

*FUENTE: Elaboración propia*

De la Figura 33 podemos deducir que la implementación de un sistema por múltiple efecto presenta un costo de ejecución elevado en comparación a los otros modelos; Costo que a futuro se verá amortiguado por las cualidades a favor del sistema. La capacidad de producción y eficiencia global es superior considerablemente, lo que garantiza una producción superior a los 300 Kg/h y una disminución considerable (70% menos) en el material combustible empleado en las hornillas (bagazo, madera, acpm).

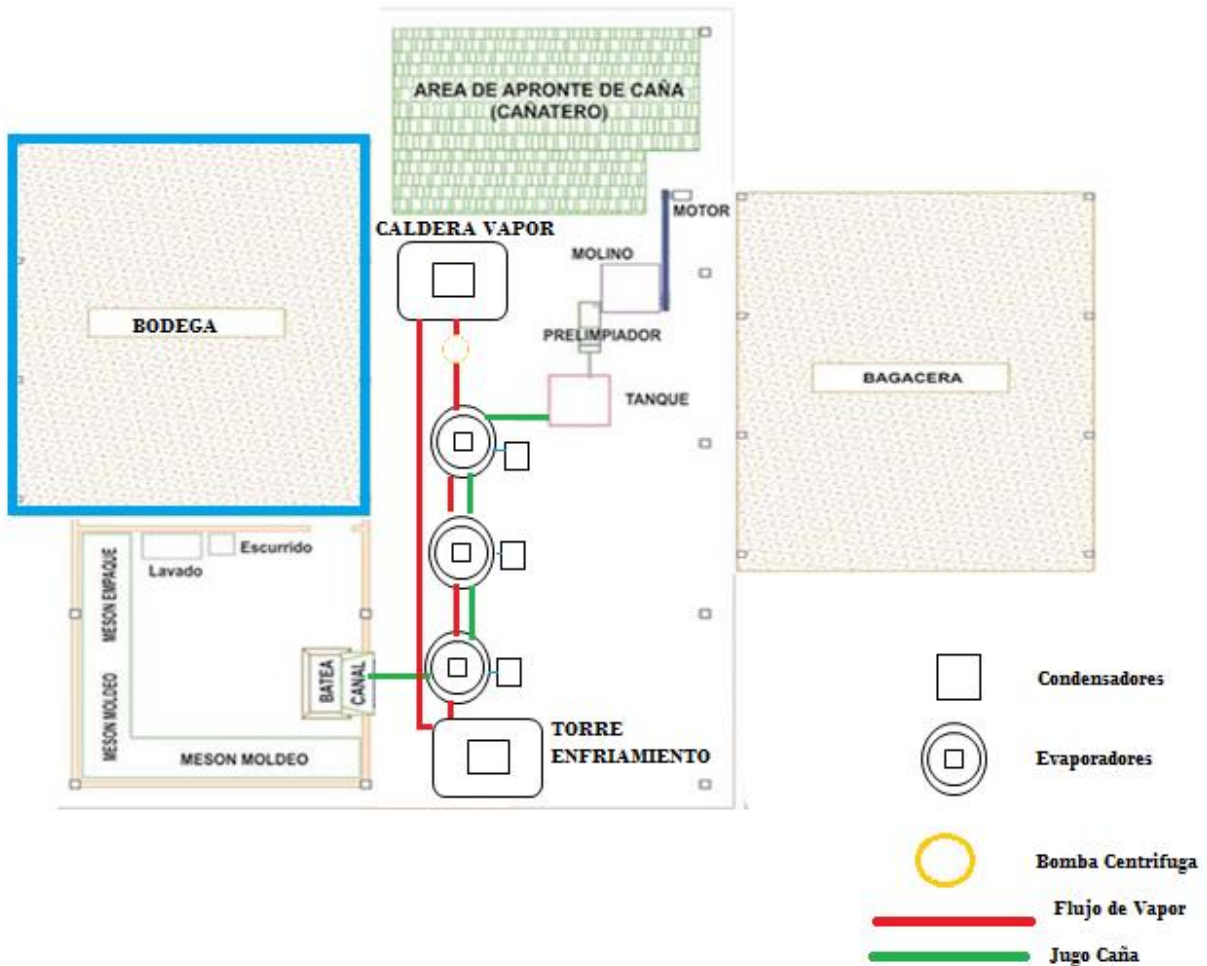


Figura 33. Nueva Distribución en planta de la planta piloto

Fuente: Elaboración propia

Al escoger el modelo por múltiple efecto ver **anexo C** se debe adecuar el trapiche panelero con la nueva distribución en planta bajo el modelo de múltiple efecto como se demuestra en la figura 33, se puede apreciar las áreas que usualmente se utilizan para la recolección y secado del bagazo en la enramada como se verán reducidas en más del 60% de su área normalmente usada en los otros modelos, dichas áreas podrán ser utilizadas como bodegas de almacenaje para el producto terminado y el material combustible sobrante podrá ser usado en subproductos de la caña de azúcar a partir del bagazo (como es papel, compostaje y material biodegradable para establos).

## 9. CONCLUSIONES

- El desarrollo de la industria de producción panelera se rige en 3 factores de innovación clave (técnica, social y comercial). Cada uno de los 3 factores se complementan entre sí, por consiguiente si se desea tener un desarrollo efectivo en la producción de panela, es necesario e imprescindible abordar cada pilar y dar la importancia pertinente; capacitación y asistencia social < Reconversión tecnológica (implementación del modelo de producción < Ampliación y fidelización de mercados, es el orden de relevancia que se debe tener presente con el fin de obtener un desarrollo y fortalecimiento en la producción de panela.
- En el desarrollo de la matriz de factores externos (EFE) es posible evidenciar variables favorables para el sector panelero. En un rango de 1 a 5, el análisis demostró que el sector con una nota apenas por encima de la media (2,6) es un sector semi maduro con bases comerciales establecidas en el mercado más sin embargo no ha alcanzado su máximo potencial. La industria de la panela se encuentra en un punto decisivo, ya que se halla en un cuadrante agresivo, indicando que se debe adquirir una postura dinámica por ser una industria atractiva, incursionar en nuevos mercados de grandes superficies y exportación de los productos se hace relevante en aras de impulsar el crecimiento del sector panelero.
- La producción de panela en el municipio de Vergara y la vereda El zancudo constituye una de las principales actividades agrícolas por la cual el agricultor percibe ingresos. Como se demostró en las encuestas efectuadas en la zona de estudio el 60% de la población subsiste únicamente del sector panelero y el 100%

de la población produce panela para consumo y comercialización del producto. Los niveles de producción individual no sobrepasan la media tonelada de panela mensual, caracterizando el estado actual del municipio y la falta de enfoque al incremento productivo.

- Los costos de producción por jornada laboral en un trapiche panelero no superan los 2'800.000 en cualesquiera de los 4 modelos incluido el artesanal, con pocas diferencias entre los mismos. La variable relevante de la ecuación costo – eficiencia radica en los niveles productivos de cada modelo, destacando al modelo por múltiple efecto como el óptimo entre el resto, ya que tiene la posibilidad de producir como mínimo 4 toneladas de panela en 12 horas en relación a 1,8 toneladas que pueden alcanzar a producir como máximo los otros modelos; esto hace que el modelo por múltiple efecto reduzca los costos de producción entre lotes casi a la mitad en comparación al resto.
- El sistema de múltiple efecto presenta una mayor eficiencia en comparación a los otros modelos, pero representa un nivel de inversión y capacitación mucho más elevado. Con el fin de emplear esta tecnología y de ser así aprovechada en condiciones ideales es imprescindible tener un nivel de producción  $\geq 300\text{kg/h}$  es decir un flujo productivo a nivel industrial y contar como mínimo con 2 hectáreas/mes, en aras de mantener una producción constante (semanal).

## 10.RECOMENDACIONES

Con el fin de fortalecer la cadena productiva de caña panelera es importante impulsar el desarrollo social y organizativo en la vereda. Es recomendable hacer la implementación de la asistencia técnica de personal calificado, que aporte los conocimientos esenciales de Buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas de manufactura (BPM). Una medida para retroalimentar dicha información es la creación y distribución de un folleto que contenga la información más relevante del sector, como variedades de caña de mejor adaptación al terreno (**CC 84-75 ver anexo E**), manejo de los cultivos en pre-post cosecha, condiciones óptimas de procesamiento, empaque y transporte del producto terminado.

Se recomienda cambiar el sistema de siembra y recolección por entresaque, por un sistema por parejo (crecimiento y corte uniforme de los tallos), segmentando el área de cosecha por un modelo de siembra escalonado, con una escala 2:1 Hectárea/mes como mínimo. Con fin de lograr mayores rendimientos productivos, con una producción continúa mes a mes y/o lotes de producción semanales que cumplan con los requerimientos del modelo.

Al utilizar sistemas de evaporación abierta como el sistema tradicional, plana-cimpa y Ward-cimpa, es importante mitigar las pérdidas y disipaciones energéticas presentadas a lo largo del proceso productivo. Para ello es recomendable hacer uso de bagazos y/o materiales combustibles con un % de humedad igual o menor a 11%.

Con un nivel productivo individual ( por productor) inferior o igual a 150 kg/h el modelo Ward-cimpa es el más acertado en relación costo/producción, ya que cuenta con un balance energético más eficiente y de mayor aprovechamiento en

cuanto a los sistemas de evaporación abierta empleados en la producción de panela.

Al implementar un modelo por sistema de múltiple efecto se debe garantizar los requerimientos mínimos en cuanto a materia prima (caña de azúcar) de 24 ha/año en pro de no generar una subutilización del modelo en la cual se garantice una producción de 300 Kg/h. Con el fin de cumplir dichos requerimientos y garantizar un aprovechamiento óptimo del modelo, es necesario la asociación de las personas residentes de la vereda; se recomienda la creación de una cooperativa en la cual se busque la integración de los agricultores.

El mercado internacional de productos orgánicos como la panela está en aumento, por ello se hace esencial participar a través de Proexport en las macro ruedas que se establecen en promedio 4 veces al año. Donde se presentan empresarios interesados en la compra de los productos colombianos y de esta manera ampliar el campo de acción y comercialización de los productos elaborados a partir del jugo de caña en la vereda.

## 11. REFERENCIAS

- ALCÁZAR, C. E. (2005). *Diseño de programas para el mejoramiento del proceso productivo y las condiciones ambientales mediante estrategias de producción más limpia en el trapiche panelero la reina pereira - risaralda*. Pereira: Universidad de la salle.
- ALCALDIA VERGARA CUND.. (20 de 8 de 2016). Alcaldia Vergara Cundinamarca. Obtenido de [http://www.vergara-cundinamarca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.vergara-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml)
- Anselmo Osorio Mirón, H. D. (6 de noviembre de 2014). Modelado en CDF de un horno de combustión piloncillero tipo cruzado. *XXVII Congreso Interamericano y Colombiano de Ingeniería Química*, (págs. 1-6). Cartagena.
- Ariza, K. L. (2010). *Determinación de pérdidas energéticas y sus puntos críticos, en hornillas paneleras Ward-CIMPA en la Hoya del Río Suárez*. Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Universidad Industrial de Santander, Santander, Bucaramanga.
- BLANCO, C. L. (2011). *Propuesta para el mejoramiento del proceso de producción de la panela en la hacienda la capilla por medio de herramientas de ingeniería industrial*. Bogotá: FUNDACION UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
- Corpoica. (2010). *BPA y BPM en la producción de caña y panela* . Bogotá .
- DANE. (2014). Censo Nacional Agropecuario. Bogotá: Ministerio de Agricultura.
- Durán Sánchez, E. (2010). *Determinación de la eficiencia energética de un sistema de evaporación de múltiple efecto empleado en la concentración de jugos de caña panelera*. Departamento de ingeniería química, Facultad de ingeniería, Universidad de América, Bogotá.



- Eder Cano Navarro, L. A. (2010). *Dimensionamiento de los cuerpos de un sistema de evaporación de múltiple efecto para la producción de mieles a partir de jugos de caña*. Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Universidad Industrial de Santander, Santander, Bucaramanga .
- ECHEVERRI, L. A. (2014). *Estandarización de los procesos mediante la aplicación del modelo Toyota a la producción de panela “la reina”*. Pereira: Universidad tecnológica de Pereira .
- FEDEPANELA. (2012). *Aprovechamiento subproductos de la panela*. Bogotá: Impresos JARCH
- Ganadero, C. (2015). *Estas son las 3 dificultades que vive el sector panelero de Colombia*. Obtenido de <http://www.contextoganadero.com/agricultura/estas-son-las-3-dificultades-que-vive-el-sector-panelero-de-colombia>
- GARCÉS, M. L. (2013). *Sistema para el mejoramiento de las condiciones ergonómicas de los trabajadores de trapiches industriales de Colombia*. Santiago de Cali : Universidad ICESI.
- Iglesias, A. D. (1 de Enero de 2012). Bases teóricas para la fundamentación del proceso de extracción de jugo de caña de azúcar para la producción de panela. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(1), 53-57.
- Luis Bastidas, R. R. (1 de Enero de 2012). Análisis de las variables agronómicas en cultivares de caña de azúcar con fines azucareros, paneleros y forrajeros. *Bioagro*, 24(2), 135 - 142.
- Moreno, W. Q. (2007). *Guía técnica de agroindustria panelera*. Ibarra, Ecuador: Creadores Graficos.
- PADILLA, R. Y. (2012). *Análisis de la competitividad de la industria panelera en el municipio de Mogotes departamento de Santander*. Málaga: UNAD.

PEREZ, M. A. (2014). *Procesos de fabricación de panela y su aplicación a proyectos de automatización para el caso colombiano*. Bogotá: Universidad militar nueva granada.

PARRA, G. A. (2011). Manejo fitosanitario del cultivo de la caña panelera. Bogotá

Rodriguez, G., Garcia, H., Diaz, Z. R., & Santacoloma, P. (2004). *Producción de panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina*. Roma: servicio de gestión, comercialización y finanzas agrícolas.

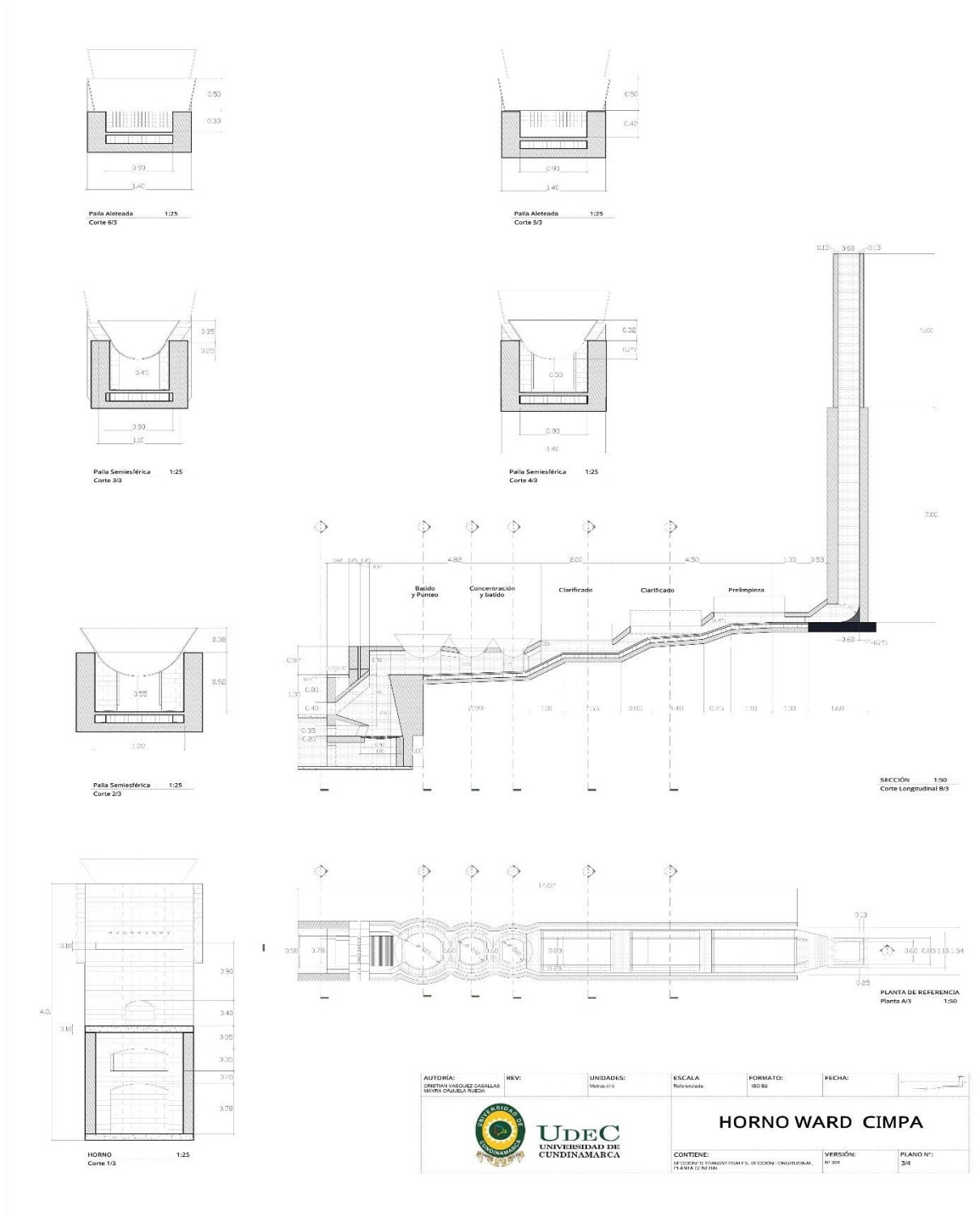
Soler Villamizar, J. Gomez T,F. (2004). *Determinación de los parámetros de diseño y operación de cámaras de combustión tipo ward-cimpa y plana-cimpa en hornillas paneleras*. Escuela de ingeniería química. Facultad de ingenierías fisicoquímicas. Universidad industrial de Santander, Santander, Bucaramanga

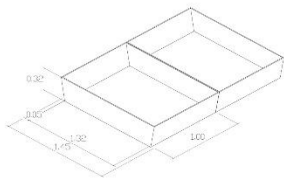
Zamir Sánchez Castro, O. A. (30 de diciembre de 2014). Ajuste de un modelo matemático para la combustión de bagazo de caña en una cámara Ward-Cimpa. *Corpoica Ciencia. Technol. Agropecuaria*, 15(2), 133 - 151.

BIBLIOGRAPHY GONZALEZ, L. L. (2013). *GESTIÓN EN LA PRODUCCIÓN PANELERA, MUNICIPIO DE VILLETA*,. Bogotá: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.

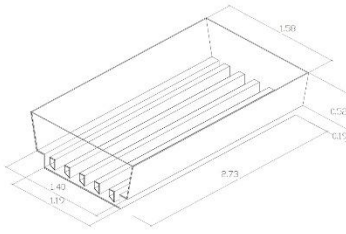
## **ANEXOS**

# ANEXO A. Plano de una hornilla panelera Ward-Cimpa

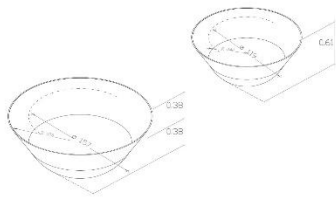




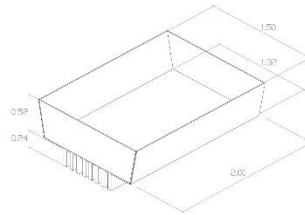
PAILA PLANA 1:25  
Detalle 64



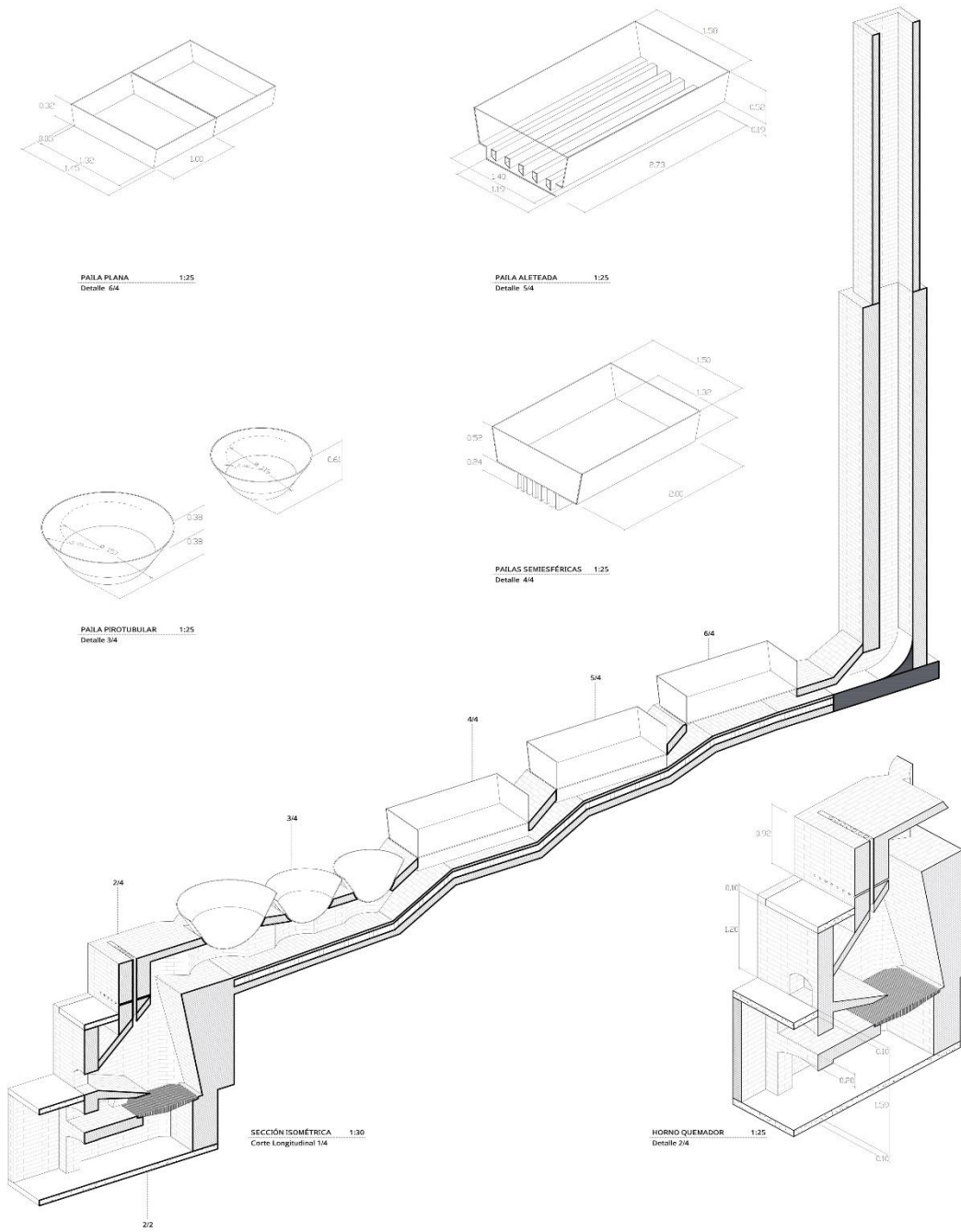
PAILA ALETEADA 1:25  
Detalle 54



PAILA PIROTUBULAR 1:25  
Detalle 34



PAILAS SEMIESFÉRICAS 1:25  
Detalle 44

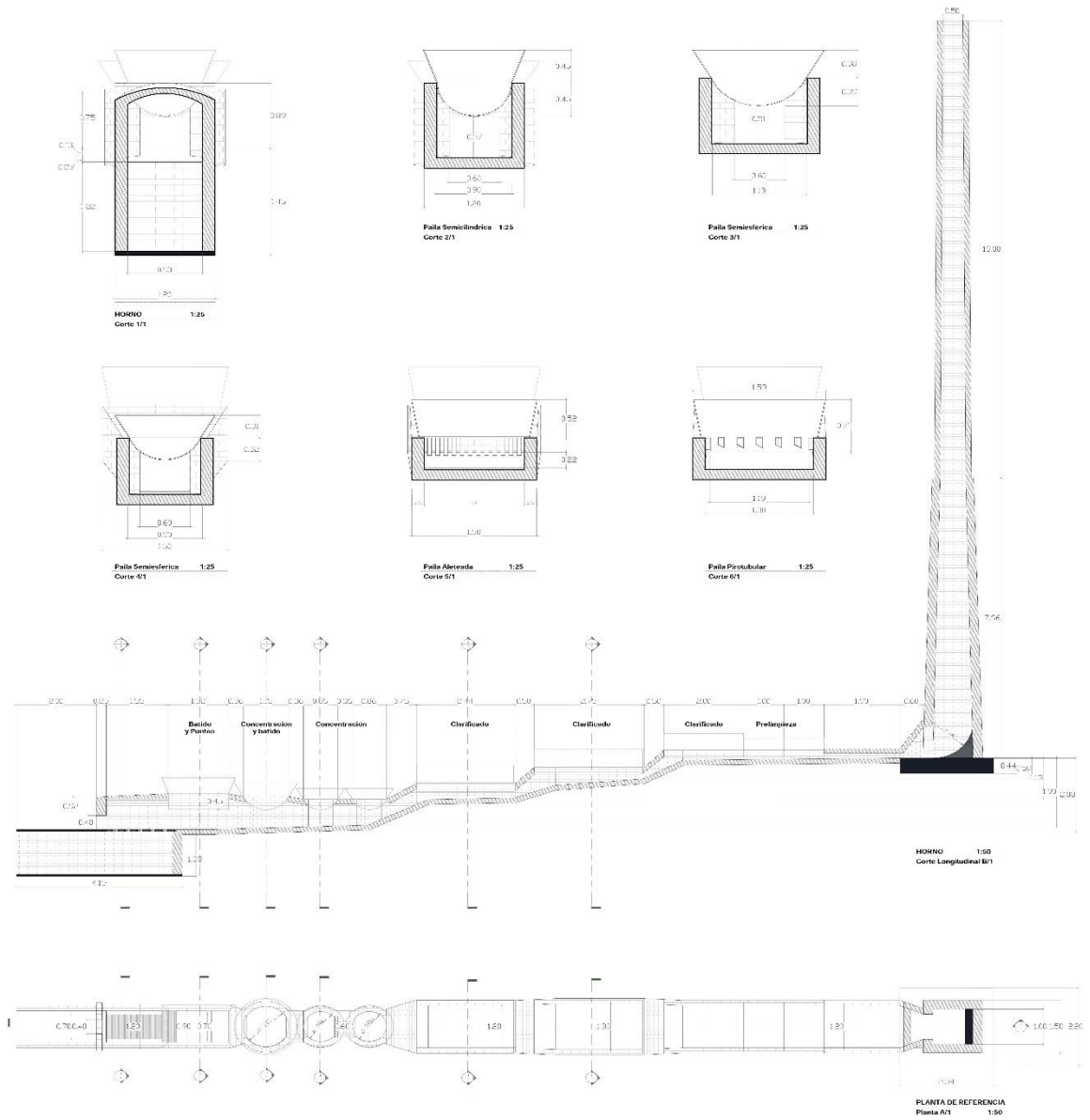


SECCIÓN ISOMÉTRICA 1:30  
Corte Longitudinal 1/4

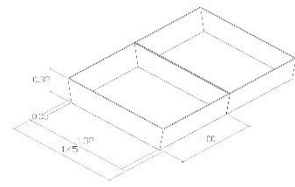
HORNO QUEMADOR 1:25  
Detalle 2/4

AUTORÍA: DIRIBTA VASQUEZ CASALLAS MAYRA ORAZOLA FALCÓN	REV:	UNIDADES: Métrico (SI)	ESCALA: Diferencial	FORMATO: A3 (210x297)	FECHA:
			<b>HORNO WARD CIMPA</b>		
			CONTIENE: DETALLES COMPLETOS	VERSIÓN: N° 01	PLANO N°: 4/4

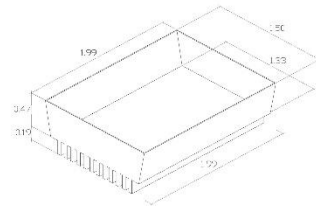
# ANEXO B. Plano de una hornilla panelera Plana-Cimpa



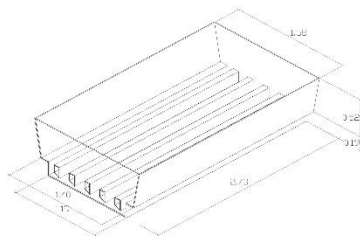
AUTORIA: DANIELA OSORIO CASALLAS SOPHIA PATI LARREA	REV:	UNIDADES: centímetros	ESCALA: 1:50	FORMATO: A3	FECHA:
 <b>UDEC</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA			<b>HORNO WARD</b>		
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES SECCION LONGITUDINAL PLANTA DE REFERENCIA			VERSION: 1/01	PLANO N°: 14	



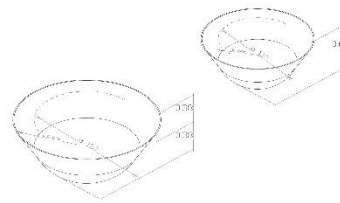
PALA PLANA 1:25  
Detalle 7/2



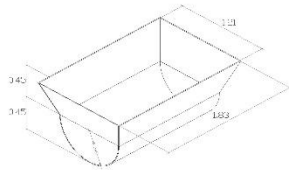
PALA ALETEADA 1:25  
Detalle 6/2



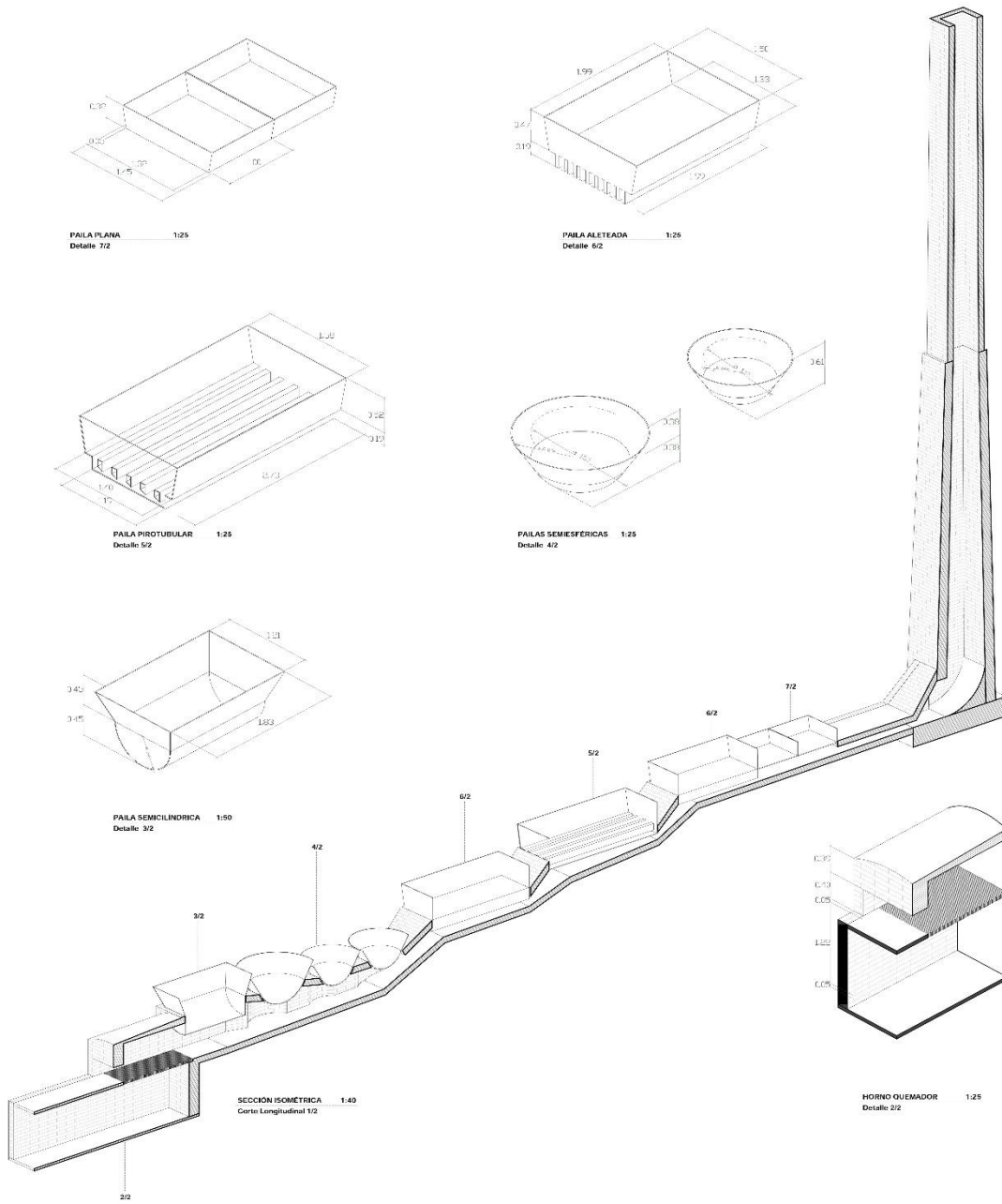
PALA PROTUBULAR 1:25  
Detalle 5/2



PILAS SEMIESFÉRICAS 1:25  
Detalle 4/2



PALA SEMICILINDRICA 1:50  
Detalle 3/2



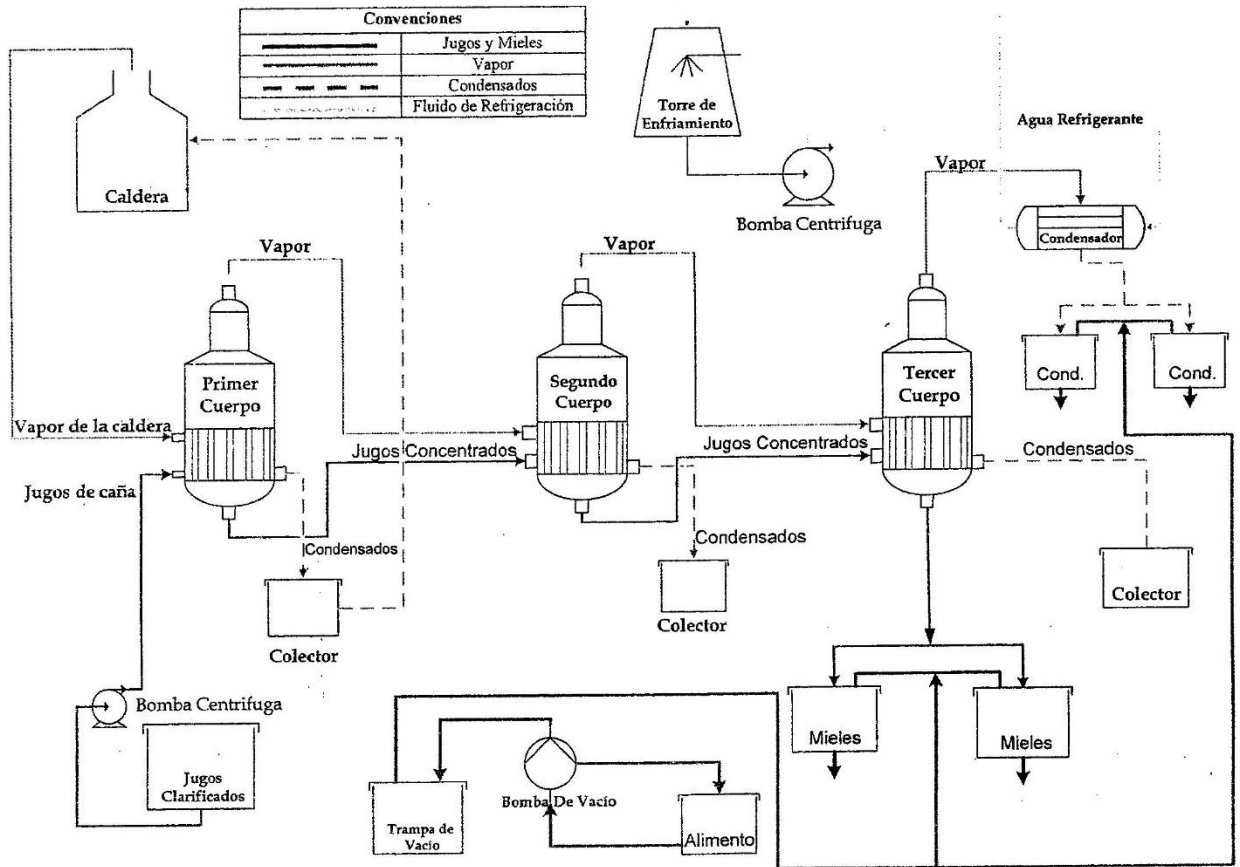
SECCION ISOMETRICA 1:40  
Corte Longitudinal 1/2

HORNO QUEMADOR 1:25  
Detalle 2/2

AUTORIA: GERARDO MANSOURZ CASALINO MAYRA ORJUELA RUEDA	REVI:	UNIDADES: MILIMETROS	ESCALA: Diferenciales	FORMATO: A3 (1189x841)	FECHA:
		<b>HORNO WARD</b>			
		CONTIENE: DETALLE PLANCHAS Y TUBOS	VERSION: 1/001	PLANO N°: 2/4	

## ANEXO C. Plano de un sistema múltiple efecto

Figura 24. Sistema de Evaporación de Triple Efecto



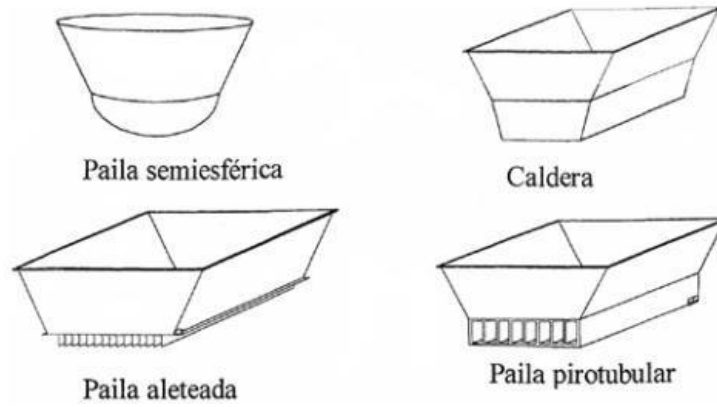
Durán Sánchez, Elizabeth. Determinación de la eficiencia energética de un sistema de evaporación de múltiple efecto empleado en la concentración de jugos de caña panelera. Universidad de América. Bogotá.2010



## ANEXO D. Intercambiadores de calor

Los intercambiadores empleados en la industria panelera corresponden a intercambiadores abiertos llamados comúnmente “pailas” en las cuales se deposita los jugos que van a ser concentrados.

### Formas de las pailas



Fuente: Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la producción de caña y panela.

A lo largo de la evolución y tecnificación de los procesos en la industria panelera, Colombia ha dado grandes pasos de la mano de Corpoica. Desarrollando pailas de acuerdo a las necesidades de producción de panela y a su función llevada a cabo en el proceso de transformación a desempeñar: evaporación, clarificación o concentración. Los tipos de pailas existentes, presentan a una geometría específica y corresponden a: semiesféricas, semicilíndricas, planas aleteadas y piro tubulares.

**Tabla: Coeficientes globales de transferencia de calor para los diferentes tipos de intercambiadores (pailas) empleados en la industria panelera**

Tipo de intercambiador	$U$ [ $W/m^2\text{°C}$ ]	Intervalo de temperatura $T_a$ [ $\text{°C}$ ]	$DMLT$ [ $\text{°C}$ ]	Intervalo de temperatura $T_a$ [ $\text{°C}$ ]
Semiesférica	$74,5 \pm 6$	$730 < T_{prom} < 970$	$-61,887 + 0,911 \times T_a$	$780 < T_e < 1020$
Semicilíndrica	$25,1 \pm 4,6$	$350 < T_{prom} < 500$	$-2339,98 + 437,147 \times T_a$	$370 < T_e < 760$
	$200,94 \pm 85831$	$500 < T_{prom} < 660$		
Plana Aleteada	$17,1 \pm 2,1$	$500 < T_{prom} < 600$	$-54,057 + 0,886 \times T_e$	$510 < T_e < 860$
	$21,3 \pm 1,4$	$600 < T_{prom} < 820$		
Pirotubular	$32,5 \pm 2,2$	$500 < T_{prom} < 760$	$-60,555 + 0,852 \times T_a$	$560 < T_e < 850$
<p><math>T_e</math>: Temperatura de entrada de los gases a la paila, [<math>\text{°C}</math>], <math>T_{prom}</math>: temperatura promedio [<math>\text{°C}</math>]</p>				

Fuente: Tomado y adaptado de: Hernández Restrepo. Corpoica-CIMPA.

ANEXO E. Descripción de las variedades para producción de panela

**Tabla 1. Principales características de las variedades de caña de mayor potencial.**

<b>Variedad</b>	<b>POJ 2878</b>	<b>PR 61-632</b>	<b>PR 11-41</b>	<b>RD 75-11</b>	<b>CC 84-75</b>
Deshoje natural	Parcial	Regular	Parcial	Difícil	Bueno
Volcamiento de tallos	Resistente	Resistente	Si (60%)	Si (55%)	Si (20%)
Floración	Baja-nula	Escasa-nula	No presenta	Si (13%)	No presenta
Rajadura de corteza	No presenta	Frecuente	No presenta	Si (5%)	Si (2%)
Presencia de lalas	No presenta	No presenta	No presenta	Algunas	No presenta
Contenido de pelusa	Abundante	No presenta	No presenta	Ausente-poca	Poca-rala
Altura promedia planta, m	2,62	2,69	3,18	3,77	3,30
Altura promedia corte, m	2,14	2,21	2,66	3,12	2,94
Diámetro de tallo, cm	2,30	2,90	2,90	2,93	3,10

Longitud entrenudos, cm	9,70	9,10	10,5	10,02	7,30
Índice de crecimiento, cm/mes	13,1	13,45	15,9	18,33	17,9
Entrenudos/ mes, #	1,4	1,45	1,5	2,0	2,40
Tallos molibles, #	79,167	108,333	79,167	118,120	161,332
Producción de caña, t/ha	88,4	145,7	100,2	193,5	229,8
Peso tallo molible, kg	1,12	1,34	1,27	1,64	-
Producción de semilla, t/ha	10,78	18,21	11,52	25,50	31,10
Producción cogollo, t/ha	14,59	26,95	14,73	51,03	37,92
Producción de biomasa t/ha	113,77	190,86	126,45	270,03	-
Producción de panela, t/ha	8,9	16,46	11,42	24,19	28,4
Producción de cachaza, t/ha	2,24	5,10	4,01	7,50	9,20
Bagazo verde, t/ha	44,7	55,1	43,01	77,4	101,1

Fuente: (GARCÍA, 2006)

### **Variedad CC 84-75**

Es originaria de Cenicaña en el Valle del Cauca. Los tallos son largos, erectos, rectos, delgados, de color morado claro cuando jóvenes y violáceo verdoso al madurar. Su hábito de crecimiento es erecto; las hojas poseen un color verde intenso y pelusa poca y rala. Buen macolla miento y deshoje natural. Los tallos presentan rajadura de corteza y tienden a inclinarse. Este material es de amplia adaptación en las zonas paneleras. Se comporta bien en una gama extensa de formaciones de suelos, tolera suelos ácidos con alta saturación de aluminio. La germinación es excelente, el crecimiento vigoroso y la floración casi nula. Resistente a las enfermedades de carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow), roya (*Puccinia melanocephala*) y mosaico; altamente resistente al raquitismo de las socas; susceptible a la escaldadura de las hojas (*Xanthomonas albilineans* Dowson); con alta incidencia del síndrome de la hoja amarilla (*Cercospora kopkei*); susceptible al diatraea (*Diatraea saccharalis* Fabricius), y medianamente susceptible al pulgón amarillo (*Sipha flava*).

ANEXO F. Formato de encuesta empleado en la visita de campo.

Encuesta realizada con el fin de reunir información considerada primordial en el sector panelero de la vereda “El zancudo”, para determinar la viabilidad de tecnificar e industrializar la zona teniendo en cuenta los productores y comercializadores de la misma.

1. ¿Cuánto hace que vive en la vereda?

\_\_\_\_\_

2. ¿Se dedica a la producción panelera?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_ Que actividad lleva a cabo \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. ¿Cuál es su ingreso promedio mensual?

500.000 - 1'000.000 \_\_\_\_\_

1'000.000 – 2'000.000 \_\_\_\_\_

3'000.000 – 4'000.000 \_\_\_\_\_

Más de 4'000.000 \_\_\_\_\_

4. ¿De este ingreso cuanto depende de la panela? \_\_\_\_\_

1% - 20% \_\_\_\_\_

21% - 40% \_\_\_\_\_

41% - 60% \_\_\_\_\_

61% - 80% \_\_\_\_\_

81% - 100% \_\_\_\_\_

5. ¿Cada cuánto produce panela?

Semanal \_\_\_\_\_

Mensual \_\_\_\_\_

Bimestral \_\_\_\_\_

Trimestral \_\_\_\_\_

Semestral \_\_\_\_\_

6. ¿Qué cantidad produce?

De 1 a 5 cargas \_\_\_\_\_

De 5 a 10 cargas \_\_\_\_\_

De 10 a 15 cargas \_\_\_\_\_

Más de 15 cargas \_\_\_\_\_

7. ¿Qué tipo de medio usa para vender la panela que produce?

Venta directa en la finca \_\_\_\_\_

Venta a un centro de acopio en el pueblo \_\_\_\_\_

Otro Canal \_\_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

8. ¿A qué precio vende cada carga de panela?

\$ \_\_\_\_\_

9. ¿Cuenta con trapiche propio?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

10. Si cuenta con trapiche propio, ¿Cada cuánto le realiza mantenimiento?

Mensual \_\_\_\_\_

Bimestral \_\_\_\_\_

Trimestral \_\_\_\_\_

Semestral \_\_\_\_\_

11. Si no cuenta con trapiche propio, ¿cómo paga por el alquiler del trapiche?

Dinero \_\_\_\_\_

Cuanto \$ \_\_\_\_\_



Acuerdos entre partes Cual \_\_\_\_\_

12. ¿Cuántos jornaleros requiere para llevar a cabo el proceso de producción?

Mínimo 5 \_\_\_\_\_

De 5 a 10 \_\_\_\_\_

Más de 10 \_\_\_\_\_

13. ¿Cuánto paga diariamente a cada jornalero por su trabajo?

\$ \_\_\_\_\_

14. Considera que afecta el medio ambiente con el proceso de producción que lleva a cabo.

Si \_\_\_\_\_ ¿Por qué?

\_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_ ¿Por qué?

\_\_\_\_\_

15. Que problemas considera que afectan el proceso panelero que usted lleva a cabo en la vereda (distancia, vías etc...)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**16.** Sabe que son las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Si \_\_\_\_ Aplica las BPM en sus procesos de producción. Sí \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_

**17.** ¿Se han presentado accidentes con sus jornaleros?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿El accidente ha demandado gastos en su atención?

Si \_\_\_\_ ¿En qué monto? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_

¿Quién ha asumido los gastos? \_\_\_\_\_

**18.** ¿Sabía que el proceso de producción panelera puede ser tecnificado?

Si \_\_\_\_

No \_\_\_\_

**19.** ¿Estaría interesado en ser participe en la creación de una organización comunitaria, que busque las tecnificación de los procesos paneleros?

Is \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_