

**PROPUESTA DE UN SISTEMA CIRCULAR EXTENDIDO DE VALOR PARA LA
INDUSTRIA PANELERA EN COLOMBIA**

MARGARITA ROSA BERNAL RAMIREZ

**Universidad de La Sabana
Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativas
Chía, Colombia
2021**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA CIRCULAR EXTENDIDO DE VALOR PARA LA
INDUSTRIA PANELERA EN COLOMBIA**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para obtener el título de

MAGÍSTER EN GERENCIA DE OPERACIONES
Modalidad de Profundización

MARGARITA ROSA BERNAL RAMIREZ

Director

CARLOS SCHEEL

Co-director

LUZ ELBA TORRES

Universidad de La Sabana
Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativas
Chía, Colombia

2021

DEDICATORIA

*Dedico este trabajo de grado con gran amor
a toda mi familia por el apoyo incondicional,
por siempre impulsarme a ser mejor y lograr
con éxito mi carrera.*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento al Dr. Carlos Scheel, por su valiosa asesoría para el desarrollo de esta investigación y por su interés en hacer ampliar mi conocimiento en todo lo relacionado al desarrollo sostenible.

En segundo lugar y de manera muy especial quiero agradecer a la Dra. Luz Elba Torres por todos sus aportes en la elaboración de este proyecto, por toda su dedicación y acompañamiento incondicional.

Finalmente, debo agradecer a mi esposo que participó activamente en el estudio del proceso de producción de la panela y me colaboró en la fase de recolección de datos, y por siempre apoyarme cuando he decidido afrontar un nuevo proyecto en mi vida.

Resumen:

El desarrollo sostenible es una preocupación creciente en la comunidad internacional, al asociar el crecimiento económico con la escasez de recursos y con el aumento de sus costos. Si bien los países han establecido políticas públicas centradas en la eficiencia energética y de recursos, hay una necesidad creciente de lograr una estrategia industrial coordinada capaz de crear riqueza sostenible a través de una gestión integral de los recursos naturales, que pueda "desasociar" el crecimiento económico de la extracción de recursos y del deterioro natural que esto conlleva.

En consecuencia, el objetivo de la presente investigación es implementar el modelo SWIT (Sustainable Wealth creation based on disruptive Innovation and enabling Technologies) para el proceso productivo de la panela dada la importancia del subsector, que ocupa el segundo puesto en importancia social y económica del país después del café, teniendo en cuenta la amplitud del área sembrada y la cantidad de mano de obra que ocupa (cerca del 12% de la población rural económicamente activa); pero a pesar de ello, se obtienen muy bajos rendimientos económicos debido a las deficientes y precarias condiciones de procesamiento, derivadas de prácticas tradicionales y artesanales.

El resultado de esta investigación, fue la creación de un "ecosistema de valor circular" (CVES) que permite, con las condiciones regionales adecuadas, reducir el consumo de recursos naturales mediante sustitución; producir retornos económicos alternativos crecientes; reducir los impactos ambientales negativos, y crear riqueza auto sostenible con un impacto en la economía, el medio ambiente y el desarrollo social de la mayoría de las partes interesadas de estas regiones.

Palabras clave: Economía circular; Sostenibilidad; Panela.

Abstract:

Sustainable development is a growing concern in the international community when associating economic growth with the lack of resources and rising costs within countries. Although countries have established public policies focused on energy and resource efficiency, there is a growing need to achieve a coordinated industrial strategy capable of creating sustainable wealth throughout an integral management of natural resources, which could "disassociate" economic growth from resource extraction and the natural deterioration that this implies.

Consequently, the objective of this research is to implement the SWIT model (Sustainable Wealth creation based on disruptive Innovation and enabling Technologies) for the production process of sugar cane.

Despite the importance of the sugarcane sector for the country, which after coffee is the second largest economic sector of Colombia. Taking into account the land mass that it occupies in the country, as well as the amount of labour that it represents (about 12% of the economically active rural population), sugarcane results in a very low profit due to poor and precarious processing conditions derived from traditional and artisanal practices.

The research results in the creation of a "circular value ecosystem" (CVES). It implies that with the appropriate regional conditions, the consumption of natural resources can be reduced through substitution; it increases alternative economic returns; reduces negative impacts; and creates self-sustaining wealth with an impact on the economy, environment and social development of the majority of stakeholders in these regions.

Key words: Circular economy; sustainability; Sugarcane.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	ii
TABLA DE CONTENIDO	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
GLOSARIO	viii
ACRÓNIMOS	x
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Planteamiento del problema	12
1.2. Pregunta de investigación	14
1.3. Objetivos	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
1.4. Justificación y alcance	15
1.5. Organización del documento	17
2. ESTADO DEL ARTE / REVISIÓN DE LA LITERATURA	19
3. DIAGNÓSTICO DE LA CADENA LOGÍSTICA DE LA PANELA	25
3.1. Descripción del proceso productivo	25
Molienda	25
Clarificación	26
Pre-evaporado	27
Melado	28
Punteo y Batido	28
Moldeo o Rayado en Gaveras	29
Empaque primario o embolsado	30
3.2 Indicadores de producción y mercado	32
3.3 Cadena logística de la panela	34
3.4 Adelantos para mejorar la competitividad y la sostenibilidad	34
4. DISEÑO METODOLÓGICO	36
4.1 Economía circular en tiempos de cambio	36
4.2 Identificación de valor en un proyecto de economía circular	42
4.3 Generación del sistema de valor circular	45

Tablero Aglomerado	49
Papel.....	57
Compostaje	61
Hormigón	66
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	67
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
7. TRABAJOS FUTUROS	71
8. REFERENCIAS.....	72
9. ANEXOS.....	74
A. Resultados de visitas a los trapiches:.....	74
B. Áreas sembradas en Cundinamarca	77
C. Áreas cosechadas en Cundinamarca.....	78
D. Producción en Cundinamarca	79
E. Rendimientos en Cundinamarca	80
F. Costos de producción en Cundinamarca	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Economía Circular.....	24
Figura 2. Área de molienda, trapiche El Escobal.....	26
Figura 3. Área de Clarificación, trapiche El Escobal.....	27
Figura 4. Área de Pre-evaporado, trapiche El Escobal	28
Figura 5. Área de Melado, trapiche El Escobal	28
Figura 6. Área de Moldeo, trapiche El Escobal	30
Figura 7. Área de Empaque, trapiche El Escobal	30
Figura 8. Diagrama de flujo proceso panela	31
Figura 9. Rendimientos panelas 2016-2020.....	33
Figura 10. Comparativo precios productores, mayoristas y grandes superficies.	33
Figura 11. Composición de la cadena	34
Figura 12. Esquema de una economía circular	41
Figura 13. Esquema de valor entregado, considerando a los tres clientes.	43
Figura 14. Esquema de propuesta de triple valor.....	44
Figura 15. Representación de la cadena de valor de la panela.....	46
Figura 16. Representación de la cadena de producción de la panela y la utilización de los residuos en subproductos de valor agregado.....	47
Figura 17. Identificación de residuos y desechos de la cadena de la panela.....	48
Figura 18. Producto medular Tablero Aglomerado, beneficios y temores.	52
Figura 19. Propuesta de valor a los 3 stakeholders para el Tablero Aglomerado.	52
Figura 20. Valor del clúster del subproducto Tablero aglomerado, creados para cada uno de los tres stakeholders.....	53
Figura 21. Definición del proceso productivo total del Tablero Aglomerado.	55
Figura 22. Definición del proceso del Tablero Aglomerado.	56
Figura 23. Producto medular Papel, beneficios y temores.....	58
Figura 24. Propuesta de valor a los 3 stakeholders para el Papel.	59
Figura 25. Valor del clúster del subproducto Papel creados para cada uno de los tres stakeholders.....	59
Figura 26. Definición del proceso productivo total del Papel.....	60
Figura 27. Definición del proceso del Papel.....	61
Figura 28. Producto medular Compostaje, beneficios y temores.....	63
Figura 29. Propuesta de valor a los 3 stakeholders para el Compostaje.	64

Figura 30. Valor del clúster del subproducto Compostaje creados para cada uno de los tres stakeholders. 64

Figura 31. Definición del proceso productivo total del Compostaje. 66

Figura 32. Definición del proceso del Compostaje..... 66

Figura 33. Producto medular Hormigón, beneficios y temores. 68

Figura 34. Propuesta de valor a los 3 stakeholders para el Hormigón..... 69

Figura 35. Mapa de valor circular de triple impacto del Hormigón..... 69

Figura 36. Definición del proceso productivo total del Hormigón. 71

Figura 37. Mapa de valor con las sinergias de la ecología industrial base del sistema circular de valor de la industria de la panela..... 72

GLOSARIO

Término	Significado
Adecuación del terreno	Comprende principalmente labores de planificación de los lotes de caña, definición de sus dimensiones y construcción de canales de drenaje y caminos para movilizar la caña cortada.
Aglutinante	Sustancia que obra como agente de cohesión entre las partículas sólidas dispersas en un líquido.
Apronte	Se refiere a las labores de recolección de la caña cortada, su transporte desde el campo hasta el trapiche y su almacenamiento, previo a la extracción de los jugos en el molino.
Azúcares reductores	Son los azúcares resultantes del desdoblamiento de la molécula de la sacarosa en glucosa y fructosa a través del proceso de hidrólisis.
Bagacera	Lugar de almacenamiento del bagazo, protegido contra la lluvia y los vientos.
Bagazo	Se refiere al enfriamiento de la miel con la ayuda de palas pequeñas.
Batido	Se refiere al enfriamiento de la miel con la ayuda de palas pequeñas.
Cachaza	Subproducto del proceso de producción obtenido de la limpieza del jugo en caliente, con lo cual se obtiene una masa semisólida compuesta entre otros por jugo, bagacillo, tierra y precursores color.
Control de la madurez	Se refiere a la valoración de la cantidad de sacarosa presente en el jugo de la caña para obtener el mayor rendimiento en un periodo vegetativo adecuado. El estado de madurez adecuado para cortar la caña se puede establecer con la ayuda de un equipo llamado refractómetro, el cual indica el porcentaje de sólidos solubles totales contenidos en el jugo (°Brix).
Control de malezas	Se refiere a los procedimientos que se deben seguir para que el cultivo de la caña se desarrolle libre de plantas que puedan competir por nutrientes en una época determinada del crecimiento.
Decantación	Se refiere a la limpieza de los jugos, consiste en retirar todas aquellas impurezas suspendidas integradas al jugo que no poseen ningún carácter nutricional pero que sí repercuten en la calidad final de la panela.
Descachazado	Se refiere a la limpieza de los jugos, consiste en retirar todas aquellas impurezas suspendidas integradas al jugo que no

	poseen ningún carácter nutricional pero que sí repercuten en la calidad final de la panela.
Melote	Miel densa que contiene impurezas como tierra, bagacillo y otros. Sirve para suministrar a los animales como complemento de sus dietas alimenticias.
Molienda	Se refiere a la extracción del jugo de la caña por medio de molinos.
Punteo	Se refiere a la concentración de la sacarosa hasta un valor cercano a los 90 ° Brix.

ACRÓNIMOS

Abreviatura	Significado
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
CVES	Ecosistema de valor circular
EC	Economía Circular
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
SWIT	Sustainable Wealth creation based on disruptive Innovation and enabling Technologies
FEDEPANELA	Federación Nacional de Productores de Panela
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ZRIES	Sistema de ecología industrial de residuos de valor cero
(R / W)	Residuos y desperdicios

1. INTRODUCCIÓN

La agroindustria de la panela es la segunda con mayor importancia social del país después del café, con 201 mil hectáreas sembradas, donde participan más de 350.000 familias, generando 287.000 empleos directos, equivalentes a 45 millones de jornales al año, ocupando el 12% de la población rural económicamente activa (Ramirez, Fonseca & Contreras, 2016). Por lo tanto, de su cultivo se constituye el sustento de muchos hogares, predominando un sistema de explotación tradicional y artesanal, lejos de cumplir con estándares de calidad de excelencia y con cierto grado de tecnificación en muy pocos productores.

En Colombia, esta agroindustria está presente en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Cauca, Antioquia, Santander, Nariño, Valle del Cauca, Tolima, Caldas, Norte de Santander, Risaralda y Huila, donde se concentra el 83% del área cultivada, pero su producción se concentra en los departamentos de Santander, Boyacá y Cundinamarca, los cuales absorben más del 50% del total producido, aunque se debe mencionar que en los últimos años el cultivo ha perdido importancia, debido a los bajos precios de la panela, la sobreproducción de caña y los productos sustitutos, entre otros factores (Mojica & Paredes, 2004).

El proceso requerido para la obtención de panela, a través de la caña de azúcar se ha caracterizado por su bajo nivel tecnológico y alto grado de contaminación, en su gran mayoría debido a procesos artesanales; por ello es indispensable la optimización y alineación hacia políticas sostenibles de esta cadena productiva que es una de las más importantes y priorizadas del País. Por lo tanto, bajo la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC),

liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), a través de la Dirección de Cambio Climático, los productores de panela con el apoyo de Federación Nacional de Paneleros (FEDEPANELA) y la corporación Colombiana de Investigación (CORPOICA), están buscando la aprobación y apoyo económico de la Organización de Naciones Unidas (ONU) para implementar mecanismos que hagan a esta industria mucho más amigable con el planeta, sin afectar la productividad y que permita modificar los problemas de emisiones y otros efectos nocivos para el medio ambiente.

Desde ahí, nace el interés por realizar una propuesta diseñada para ir más allá de la sostenibilidad y la creación de riqueza sostenible, basado en la modificación del paradigma de crecimiento convencional, que puede ser utilizado para regenerar los recursos naturales de las regiones y al mismo tiempo ser económicamente competitivo y capaz de ofrecer importantes beneficios para la comunidad. El marco propuesto, Generación de riqueza sustentable basada en la innovación y en las tecnologías habilitadoras (SWIT), ha sido desarrollado para generar múltiples negocios en sistemas ecológicos industriales de residuos de valor cero (ZRIES), incluidos en un ecosistema de valor circular extendido (CVES), todo gestionado y gobernado por un sistema de valor compartido sostenible en beneficio de una comunidad (Scheel, 2016).

1.1.Planteamiento del problema

La agroindustria de la panela busca estar a la vanguardia en temas ambientales. Así lo demuestra la asociación que se viene haciendo con diferentes entes gubernamentales como se menciona en la introducción de este trabajo de grado. Dichos entes han identificado una amplia variedad de opciones y alternativas en el proceso productivo de la panela, los cuales se pueden

modificar para reducir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) hacia la atmósfera, pero sin considerar articular todos los interesados del ecosistema regional, donde el mecanismo propuesto debe ser capaz de recuperar la resiliencia ambiental y, al mismo tiempo, generar retornos económicos, así como beneficios sociales compartidos para las comunidades donde se implementa.

Al no ser suficiente las iniciativas gubernamentales actuales para lograr que los sistemas productivos sean cada vez más sostenibles y resilientes a los efectos del cambio climático, es necesario identificar un modelo disruptivo, viable, dinámico y ágil, que rompa con los paradigmas tradicionales de crecimiento lineal, bajo un enfoque circular que sea capaz de desacoplar el crecimiento económico del gasto o daño de sus recursos naturales, y de la producción de residuos y basuras.

Dicho modelo debe considerar los factores empresariales internos de eficiencia y las fuertes externalidades de cuidado del medio ambiente, de la desigualdad social y de otros factores geopolíticos globales, asumiendo el reto de generar un desarrollo económico y social sin crear un impacto ambiental negativo, transformando los residuos, desechos y basuras, en un producto de valor extendido bajo iniciativas sustentables, donde se cierren los ciclos tecnológicos y biológicos de forma efectiva y sana para el entorno, generando así un valor económico benéfico para todos.

1.2.Pregunta de investigación

¿Cómo construir una visión sistémica en la cadena de suministro de la panela capaz de articular recursos, procesos y flujos para crear y distribuir riqueza, para apalancar el desarrollo social?

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Proponer un sistema de valor circular extendido en la cadena de suministro de la panela teniendo en cuenta los principios de economía circular a través de la metodología propuesta por el marco SWIT.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar una recolección y revisión de la literatura existente a nivel nacional (Colombia) y mundial, acerca de los procesos de caracterización del sector agroindustrial, enfocado en el sector panelero, para lograr así un entendimiento y contextualización de la información para realizar la caracterización de la cadena de suministro bajo criterios de la economía circular.
- Analizar los procesos que componen la cadena de suministro de la agroindustria de la panela en Colombia, con el objetivo de proponer un sistema circular de valor extendido.
- Hacer un diagnóstico la cadena de suministro de la panela para las empresas interesadas en desarrollar un sistema circular de valor de la industria.

- Publicar un artículo científico, de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, presentados de manera agregada para el sector panelero.

1.4. Justificación y alcance

Con esta investigación se busca incentivar la implementación de la Economía Circular en los productores paneleros con el objetivo proponer un cambio al paradigma “reducir, reutilizar y reciclar”, a través de una transformación profunda y duradera, que permita disminuir el impacto causado por las actividades diarias del ser humano sobre el medio ambiente, sustentando la reutilización inteligente del desperdicio, en un modelo que permita cerrar el ciclo de la naturaleza. Avanzar hacia una Economía Circular podría generar beneficios tales como ayudar a preservar los recursos que son cada vez más escasos y que están sujetos a una creciente presión ambiental o precios volátiles, así mismo como reducir los costos para la industria panelera.

En cuanto a los residuos y desechos resultantes del proceso, estos impactan negativamente al medio ambiente, ya que se evidencia alteración en la calidad del agua, relacionada directamente a los niveles de producción de cada trapiche y cuyos vertimientos son enviados directamente al suelo sin ninguna clase de tratamiento, el consumo de este recurso en un trapiche artesanal tiene un promedio de 5,5 respecto al consumo por tonelada de producto (m³/t); la calidad del aire también se ve afectada por la emisión de gases efecto invernadero (GEI), donde el 95% viene de la combustión del bagazo, leña y/o llanta, el otro 5% por la combustión del ACPM en los motores utilizados en la molienda cuyas emisiones en trapiches artesanales oscilan entre 33-75 CO₂ Kg/t de producto, 90-206 NO_x g/t de producto, entre otros

(Fedepanela, 2015), que teniendo en cuenta lo previsto en la Convención marco sobre Cambio climático de naciones unidas, Colombia se comprometió a reducir el 20% de sus emisiones de GEI a la atmósfera proyectadas para el año 2030 (29-Res 1962 De 2017.Pdf, s.f.).

Además, se busca incentivar a los productores y agricultores de panela con el objetivo de hacer crecer la producción de este producto en un entorno competitivo, apoyado de las mejores prácticas, apoyados en la resolución 779 de 2006, que dicta las normas indispensables para elaborar un producto de alta calidad que permita ser tenido en cuenta para su comercialización en el exterior. El crecimiento de los pequeños productores en la zona, es posible gracias a que el comercio internacional está creciendo y que diversos países como Estados Unidos, países de la Unión Europea, Canadá y Corea, la panela tiene 0% de arancel según información obtenida del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y que el gobierno ha otorgado para la cadena agroindustrial de la panela cerca de 11.138 créditos por un valor de \$121.685.961.649 pesos según el último informe del Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (FINAGRO) en noviembre de 2018 (Fedepanela, 2015).

El gobierno propone apoyar la comercialización de 1.000 ton de panela excedentaria en las siguientes presentaciones: bloque, granulada, tradicional u orgánica, donde el valor del apoyo a pagar será máximo de \$400 por cada kilogramo de panela exportada, considerando que según PROCOLOMBIA se han identificado oportunidades para panela pulverizada, granulada y en cubos, como bebida instantánea natural y/o saborizada para consumo directo fría o caliente, tanto para el producto convencional como para panela orgánica. Así mismo, el mantenimiento del mercado para panela en bloque como edulcorante y producto étnico en Estados Unidos y España.

Mientras que, en Europa, PROCOLOMBIA encontró oportunidad porque la panela es un endulzante más saludable que el azúcar (Fedepanela, 2020b).

Por último, es importante dar a conocer que la baja adaptación tecnológica de los trapiches paneleros no permite aumentar la competitividad frente al mercado nacional e internacional, por lo cual este proyecto busca cerrar brechas fortaleciendo la cadena productiva de la panela aplicando principios de economía circular y demás. De tal manera que se pueda continuar con las buenas prácticas, alineándonos al reglamento técnico que confirme el cumplimiento de los requisitos sanitarios, garantizando la calidad del producto y, por ende, un gran acercamiento para el desarrollo en la industria colombiana al comprador elegido.

1.5. Organización del documento

Tratando de dar cumplimiento a este propósito la tesis se organizó de la forma que se presenta a continuación. La **Introducción** provee un preámbulo general al estudio. Los siguientes apartados están organizados como sigue: la sección 1.1 plantea el problema de investigación. La sección 1.2 presenta la pregunta de investigación. La sección 1.3 describe los objetivos del estudio y la sección 1.4 presenta la justificación del caso de estudio.

En el **Capítulo 2**, se presenta la revisión de literatura en el cual se basa este estudio. En el **Capítulo 3**, se habla del estado actual de la agroindustria panelera, la cual incluye la descripción del proceso productivo, así como algunos indicadores de producción y del mercado, en el **Capítulo 4**, se explica la metodología usada para romper cadenas lineales y convertirlas en ciclos de gran valor circular, para generar múltiples negocios de economía circular.

Posteriormente, en el **Capítulo 5**, se reportan los resultados de aplicar la metodología SWIT, y finalmente, en el **Capítulo 6** se presentan las conclusiones y recomendaciones de esta investigación, y finalmente en el **Capítulo 7** se presentan los trabajos que se seguirán desarrollando después de la entrega de este proyecto de grado.

2. ESTADO DEL ARTE / REVISIÓN DE LA LITERATURA

Desde el inicio de la civilización el ser humano ha transformado lo que lo rodea, a través de diversas actividades como la explotación de los recursos naturales, el uso de combustibles fósiles, entre otros, entendiendo esto como la capacidad de una sociedad para asegurar una fuente de ingresos, garantizando el desarrollo económico de la misma; pero esta actividad no fue una preocupación sino hasta mediados de los años sesenta, donde la disponibilidad de los recursos y la calidad del medio ambiente preocupó a grandes ambientalistas como Rachel Carson (1962), quien alertó al mundo sobre el impacto que los humanos tenían en el mundo natural y el peligro que esto representaba para las generaciones futuras.

Más adelante, en los años ochenta, se publica un informe elaborado por la Comisión de Naciones Unidas encabezada por Gro Brundtland llamado “El informe de Brundtland” (World Commission on Environment and Development, 1987), destacando en él la responsabilidad por parte las generaciones de hoy hacia las generaciones futuras, y evidenciando los dos aspectos de la sostenibilidad ambiental: el mantenimiento de los recursos y el equilibrio ambiental de nuestro planeta, siendo aquí donde se definió por primera vez el concepto de desarrollo sostenible.

A partir de los años noventa, diversos acuerdos internacionales han venido redefiniendo el concepto de desarrollo sostenible, estableciendo principios o criterios, que sirvan como base para todas las políticas nacionales. El principio de precaución, conceptualizado por primera vez en la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, realizada en Rio de Janeiro en 1992, fue sin duda uno de los más importantes, ya que exige la adopción de

medidas de protección antes de que se produzca realmente un deterioro en el medio ambiente, estableciendo una alianza entre el estado, la sociedad y las personas.

Hasta este entonces, el concepto de Sostenibilidad se centraba en 3 dimensiones: económica, social y ambiental. Sin embargo, (Mebratu, 1998) critica este modelo por tener un enfoque antropocéntrico, enfatizando que estas 3 dimensiones no solo deben integrarse, sino que deben estar configuradas como una sola unidad donde la economía afecta a la sociedad y la sociedad afecta al medio ambiente, de este modo, todo fenómeno ambiental afecta la dimensión social y económica de la sostenibilidad.

Todo lo anterior marca un punto de partida y despierta un interés en cuidar los recursos naturales de hoy para garantizar una calidad de vida en las futuras generaciones, así, a lo largo del siglo XX y hasta hoy, se han hecho grandes aportes tratando de disminuir la distancia entre el cuidado medio ambiente y el desarrollo económico, lo que permitió dar paso a la formulación de la “Economía verde”, la cual busca mejorar el bienestar humano y la equidad social, mientras se reducen los riesgos ambientales y las carencias ecológicas.

Sin embargo, al parecer esta propuesta no soluciona la crisis ecológica y económica, que, en parte supone una amplia disponibilidad de recursos monetarios y pone como premisa la innovación tecnológica, dejando a un lado los limitantes sociales, culturales y tecnológicos para llevar a cabo una transformación integral, además de generar costos/multas asociadas a quien contamine, sin impulsar un cambio en el pensamiento y cultura de la sociedad y la empresa.

Por otro lado, (Boulding, 1966), hablaba de los conceptos de sistemas abiertos y cerrados, destacando la importancia de establecer una relación coherente entre el medio ambiente y el sistema económico, de tal manera que se permitiera recircular los recursos limitados dentro de un sistema ecológico cerrado, para hacerlos ilimitados.

Esta visión filosófica de la conceptualización de Boulding de la economía del hombre espacial, permitió influir en el trabajo de Pearce y Turner (1991) y su introducción al concepto de Economía Circular (EC), el cual no presentó mayor relevancia hasta estos últimos años, donde los gobiernos de países como Alemania, China, Japón, La unión europea, entre otros, lo establecieron como política estratégica impulsados por el cambio del sistema económico lineal y clásico, al concepto de economía circular, y algunos otros modelos de negocio como: la administración, con el desarrollo de modelos de negocio alternativos y sostenibles (Lewandowski, 2016),(Antikainen & Valkokari, 2016); la ingeniería, a través de la simbiosis industrial (Geng, Haight, & Zhu, 2007); el diseño, con la estrategia "Cradle to Cradle" (McDonough & M. Braungart, 2002) y la biomímesis (Benyus, 1997), entre otros.

Bajo este escenario, el concepto de Economía Circular (EC) nace como una alternativa al modelo lineal, permitiendo responder a los desafíos del crecimiento económico, mejorando los procesos actuales, volviéndolos más eficientes, limpios y amigables con el medio ambiente. La EC permite responder a los desafíos del crecimiento económico y productivo actual porque promueve una administración holística de los recursos, haciendo necesario que las 3 dimensiones: económica, social y ambiental modifiquen el modelo lineal para la extracción, transformación, distribución, uso de los recursos, en un proceso de revaloración de los

componentes, con acciones socialmente inclusivas, ambientalmente recuperables y regenerativa y por supuesto económicamente viable y competitiva (Carlos Scheel & Aguiñaga, 2017).

Considerando todo lo anterior, el modelo lineal que hasta ahora nos ha llevado a un crecimiento sin precedentes basado en “extraer-hacer-consumir-desechar” generando altos consumos de energía, materiales baratos y de fácil acceso, está provocando una alta volatilidad de los precios, poniendo en riesgo la cadena de suministro y aumentando la presión por el uso de los recursos naturales, lo cual ha despertado el interés del sector empresarial y del gobierno en encontrar la manera de replantear el uso de materiales y energía, y es aquí, donde el concepto de economía circular cobra mayor relevancia, al enfocarse en una economía restauradora y regenerativa, que tiene como objetivo mantener los productos, componentes y materiales en su máxima utilidad, manteniendo su valor en todo momento y distinguiendo los ciclos técnicos y los biológicos (Ellen MacArthur, 2015).

En otras palabras, este modelo de economía circular busca desvincular el desarrollo económico de los recursos finitos, idea que va muy de la mano de la conceptualización de Boulding realizada en 1966 y descrita anteriormente en este capítulo. Una economía circular aborda los desafíos que tiene la economía y las empresas con respecto a los recursos, y busca generar un crecimiento, crear empleos y reducir los impactos ambientales, entre ellos los gases efecto invernadero y la huella de carbono, a medida que este modelo basado en el pensamiento sistémico se vuelve más fuerte gracias a la alineación de los factores tecnológicos y sociales que tenemos hoy en día.

Es por esto, que este estudio está orientado a analizar la implementación de la EC en las empresas, para impulsar que el desarrollo de sus procesos sea sustentables y económicamente viable a largo plazo, entendiendo la importancia de “desvincular” el crecimiento económico de la extracción de recursos y el deterioro natural; esto se hace desarrollando un modelo de desacoplamiento capaz de generar rendimientos económicos crecientes, reduciendo la brecha social y regenerando el capital natural de las regiones (Scheel, Aguiñaga, & Bello, 2020).

(Yuan, Jiang, Liu, & Bi, 2008) indican que la economía circular debe abordarse desde tres niveles de implantación: micro, meso y macro.

El nivel micro corresponde al nivel empresarial, en el cual existe una relación positiva entre el nivel de madurez de la gestión ambiental de una empresa y su disposición para implementar la economía circular, debido al impacto positivo que tiene en su prestigio entre los consumidores y las reducciones asociados a los costos.

El nivel meso se compone de grupos de empresas que establecen alianzas entre ellas para mejorar el uso de los recursos y reducir los impactos negativos al medio ambiente de una manera conjunta. Esta asociación entre empresas se llama también simbiosis industrial y logra beneficios tanto a nivel individual como regional, mejorando el entorno natural (Zhu, Geng, & Sarkis, 2013).

Por último, el nivel macro está centrado al desarrollo de municipios y provincias a través de políticas ambientales y actuaciones institucionales y públicas.



Figura 1. Economía Circular
Recuperado de: <http://mimedellin.org/>

Teniendo en cuenta lo anterior, Colombia avanza en la transformación de las cadenas de producción y consumo, lanzando la Estrategia Nacional de Economía Circular, representado en la figura 1, promoviendo el cierre de ciclos de materiales, agua y energía, en nuevos modelos de negocio, convirtiéndose así en pionero en Latinoamérica (Gobierno de la República de Colombia, 2019).

La estrategia promueve el emprendimiento, la generación de valor agregado y la atracción de la inversión como resultado de nuevas formas de producción, consumo y aprovechamiento de desechos, que reduzcan la carga sobre los rellenos sanitarios, lo que cobra gran importancia teniendo en cuenta que la vida útil de los rellenos sanitarios de 321 municipios de Colombia se acabará en cinco años, según datos del Departamento Nacional de Planeación.

3. DIAGNÓSTICO DE LA CADENA LOGÍSTICA DE LA PANELA

En este capítulo se muestra en primer lugar algunas generalidades de la panela, luego, se presenta un resumen de los principales indicadores de producción y mercado. Posteriormente, se explica el proceso de la cadena logística de la panela y por último se muestran los adelantos que se vienen ejecutando para mejorar la competitividad y la sostenibilidad.

3.1. Descripción del proceso productivo

El proceso productivo de la panela inicia desde la siembra del cultivo, pasando luego por el corte, la molienda, hasta la conversión del jugo de caña en un producto sólido o pulverizado conocido como Panela. A continuación, se describe en detalle el proceso:

Molienda

La materia prima (MP) utilizada en la fabricación de panela es el tallo de la caña de azúcar, dado que en este se almacenan los carbohidratos producto de la fotosíntesis de la planta de los cuales se obtiene sacarosa y otros subproductos como melaza, cachaza y bagazo mediante procesos industriales (Subirós, 1995).

La caña es cortada de forma manual y dispuesta en vagones mediante alce mecánico en días cálidos o manual si el terreno está lodoso, los cuales permanecen de uno a dos días en el campo antes de ser alzados por un tractor y llevados al patio del Trapiche donde luego de ser pesados, se almacenan durante uno o dos días.

Dado que los tallos de la caña son un material orgánico de origen vegetal, el tiempo de almacenamiento y exposición a variables climatológicas como los rayos solares, la humedad y

distintas variaciones de temperatura pueden afectar las características físicas y químicas de la MP teniendo repercusiones en el producto final.

El proceso inicia al alimentar la picadora, como se puede ver en la figura 2, con la MP mediante un brazo mecánico o de forma manual, la cual una vez picada pasa a un molino de tres (3) masas y luego a uno de cuatro (4) buscando aprovechar la mayor cantidad de jugo posible. El líquido obtenido pasa al tanque sedimentador y más tarde al filtro DCM lo cual elimina las impurezas no disueltas, el resultado de este último es llevada nuevamente al molino uno para evitar desperdicios. Finalmente, el producto en proceso es bombeado a los clarificadores.



Figura 2. Área de molienda, trapiche El Escobal
Fuente: Propiedad del autor.

Clarificación

La clarificación es el proceso por el cual se eliminan partículas suspendidas, coloidales y no azúcares presentes en los jugos obtenidos en la molienda, que representan el 6% de su peso, mediante la coagulación de dichos componentes al elevar la temperatura cercana al punto de ebullición (en este caso 60-70°C) y adicionando un agente clarificador o floculante. En esta etapa

se regula además el pH del jugo utilizando cal diluida al 7% cuya dosificación se realiza en baldes de 26.4L.

Luego de que el clarificador llega al nivel esperado, el operario da inicio al calentamiento del jugo para realizar la alcalinización y clarificación, el cual tarda de 10 a 16 minutos en alcanzar una temperatura alrededor de los 60°C. El proceso de limpieza de jugos, representado en la figura 3, tarda en promedio una hora 6 minutos (incluyendo el calentamiento mencionado anteriormente).



Figura 3. Área de Clarificación, trapiche El Escobal
Fuente: Propiedad del autor.

Pre-evaporado

El proceso de pre-evaporación, como se ilustra en la figura 4, se realiza aumentando la temperatura del jugo clarificado para elevar la concentración de azúcar del mismo y eliminar los residuos de cachaza provenientes de la etapa anterior.



Figura 4. Área de Pre-evaporado, trapiche El Escobal
Fuente: Propiedad del autor.

Melado

El proceso de melado, el cual está representado en la figura 5, tiene la finalidad de aumentar la concentración de azúcar disuelta en el jugo que ya ha pasado por el clarificador y el pre-evaporador mediante el aumento de temperatura a niveles alrededor de los 90°C hasta obtener mieles con 56 a 64°Bx, esto permite almacenar un producto en proceso de adecuada concentración para su posterior ingreso a los tachos, que además evita la proliferación de microorganismos patógenos.



Figura 5. Área de Melado, trapiche El Escobal
Fuente: Propiedad del autor.

Punteo y Batido

Como se explicó al inicio, esta sección realiza las labores de punteo, batido y apilado de panela, es decir que recibe la miel de la etapa anterior y finaliza con la obtención de panela lista

para ser empacada. En esta última fase de evaporación se debe elevar la concentración de azúcar en la miel y estabilizar su pH hasta dejarla lista para ser procesada según la presentación requerida, este proceso se realiza mediante la cocción del producto en curso hasta alcanzar temperaturas entre 100 y 113°C. El producto procesado para ser llevado a las gaveras permite una humedad más alta con relación a la utilizada para realizar panela en bloque o pulverizada lo que teóricamente significaría una reducción en el tiempo de proceso, en promedio se trabaja a 110 C, x 10-12 min.

La panela sale de los tanques de cocción a una temperatura entre 101.9 y 125,2°C, razón por la cual debe ser enfriada antes enviarse, bien sea a las gaveras o a ser procesada como panela pulverizada o en bloques. Este proceso se realiza mediante el batido del producto recién salido de los tanques de cocción en bateas metálicas, el cual se lleva al destino programado una vez se ha reducido su temperatura.

Moldeo o Rayado en Gaveras

Una vez la miel ha sido enfriada en la etapa anterior es llevada a los mesones como lo muestra la figura 6, donde el rayador ha dispuesto los moldes o gaveras en los cuales esparcirá el producto en proceso para obtener la referencia programada en el momento. Para que la miel tome la forma deseada, debe dejarse reposar unos minutos en los moldes. Esta etapa inicia cuando el operario termina de rayar y finaliza cuando este retira las gaveras.



Figura 6. Área de Moldeo, trapiche El Escobal
Fuente: Propiedad del autor.

Empaque primario o embolsado

Se realiza luego del apilado y su duración depende tanto del operario como de la presentación debido a la capacitación del mismo, la cantidad de unidades por bolsa y el tamaño mismo de la panela. Este proceso está representado en la siguiente figura:



Figura 7. Área de Empaque, trapiche El Escobal
Fuente: Propiedad del autor.

A continuación, en la figura 8, se detalla el flujo del proceso de elaboración de la panela:

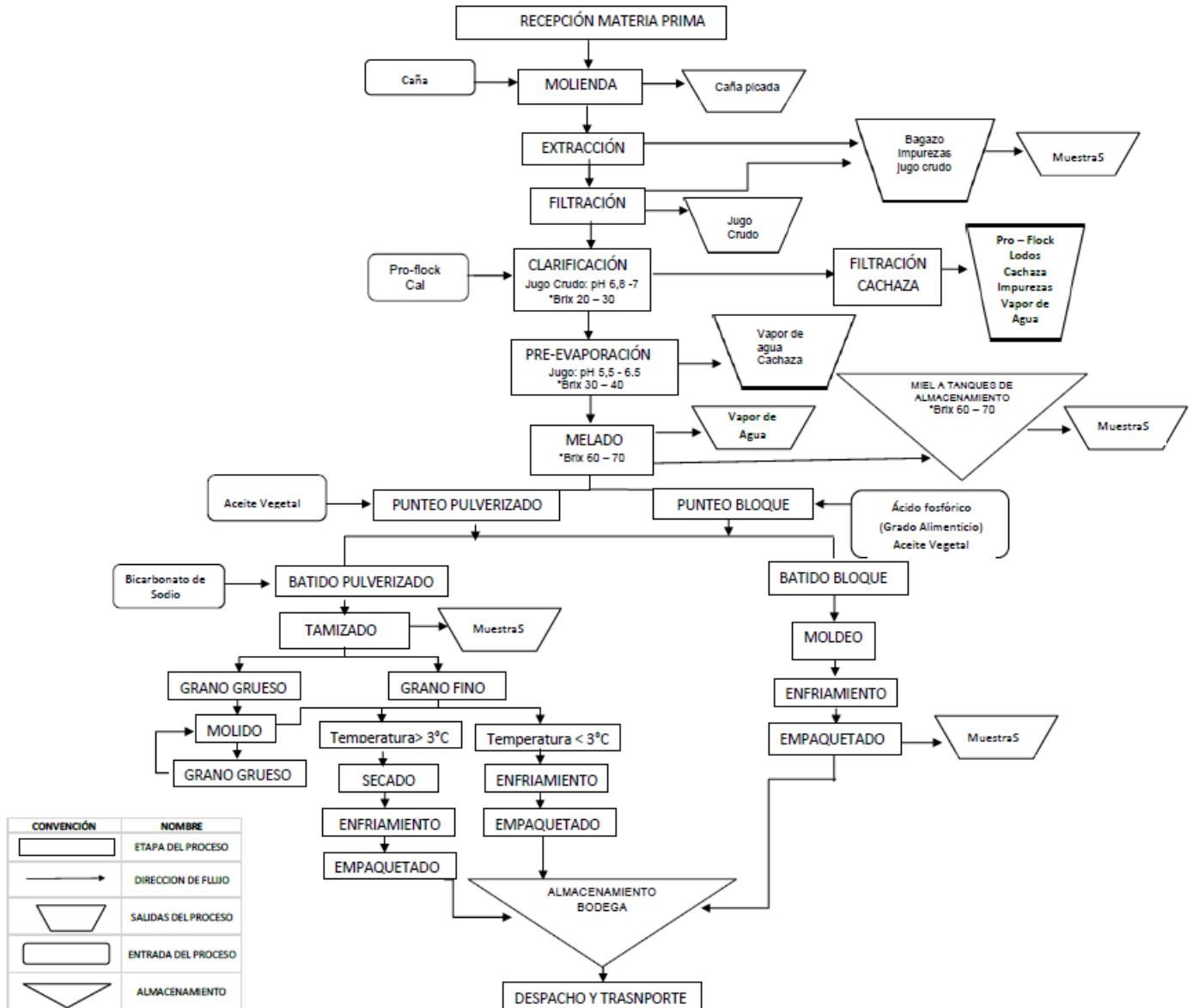


Figura 8. Diagrama de flujo proceso panela
Fuente: Trapiche el Escobal

3.2 Indicadores de producción y mercado

De acuerdo a las cifras de Fedepanela (2020) el país alcanzó un total de 208.852 hectáreas sembradas, un área cosechada de 178.461 hectáreas, un promedio de rendimiento de 6.12 toneladas de panela por hectárea y una producción total de 1.092.894 toneladas de panela, en 29 departamentos del país cubriendo 565 municipios.

Las áreas sembradas se centraron en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Santander, Boyacá, Nariño, Cauca, Caldas, Y Tolima, los cuales representan un 77.77 %, es de anotar que solo 4 departamentos; Antioquia, Cundinamarca, Boyacá y Santander tienen el 54.22% del área sembrada a nivel nacional.

Las áreas cosechadas se centraron en los departamentos de: Cundinamarca, Antioquia, Boyacá, Santander, Cauca, Nariño, Caldas y Tolima los cuales representan un 78.28 % de las áreas cosechadas, es de anotar que solo 4 departamentos, Cundinamarca, Antioquia, Boyacá y Santander tienen el 54.35 % del área cosechada.

Como lo ilustra la figura 9, la producción se centró en los departamentos de Boyacá, Antioquia, Santander, Cundinamarca y Nariño los cuales representan un 63.26 % de la producción nacional, es de anotar que solo 4 departamentos, Boyacá, Antioquia, Santander y Cundinamarca, tienen el 55.53 % de la producción del país (Fedepanela, 2020a)

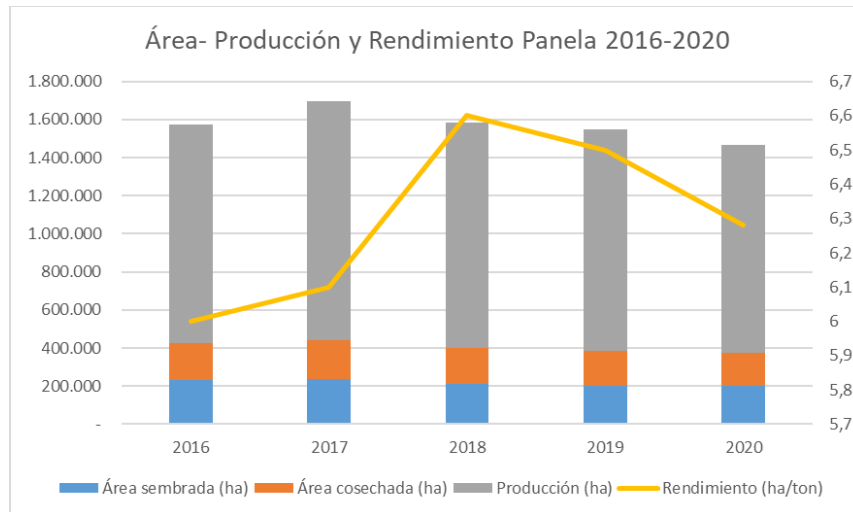


Figura 9. Rendimientos panelas 2016-2020
Fuente: Elaboración propia

Según Fedepanela (2020), Haciendo un análisis a través del tiempo de los precios reportados como pagados al productor en el Sistema de Información Panelero (SIPA), precios mayoristas reportados por el Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA) y los precios reportados en las plataformas por grandes superficies y supermercados de bajo costo, se evidencia en la figura 10, una diferencia entre el precio de grandes superficies y el pagado al productor de 34.89%.

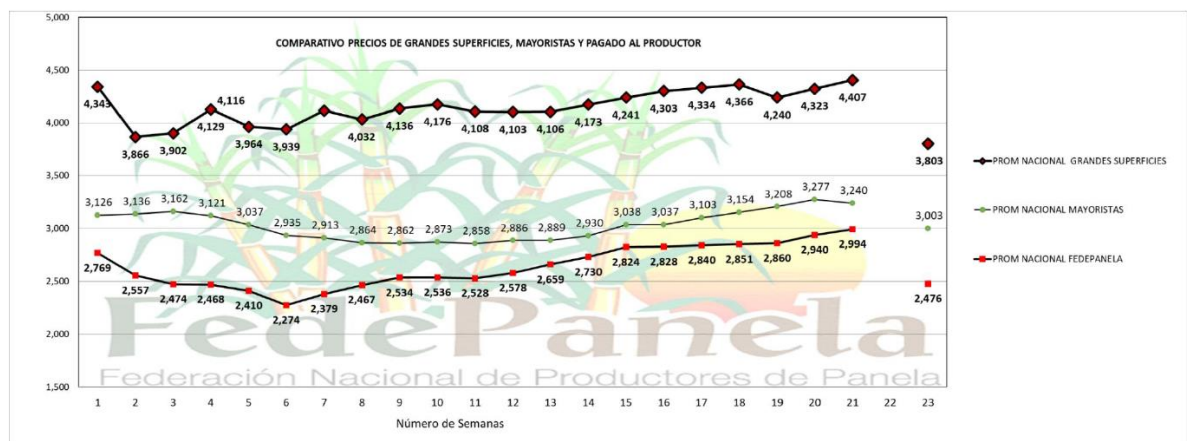


Figura 10. Comparativo precios productores, mayoristas y grandes superficies. Fuente: Fedepanela (2020)

3.3 Cadena logística de la panela

La cadena de suministro de Panela comprende una amplia gama de organizaciones públicas y privadas, así como actores productivos y comerciales. Las partes interesadas son los productores de panela, procesadores de panela (trapiches) y los intermediarios de la cadena, tales como transportistas y comercializadores mayoristas y minoristas hasta el cliente final. Lo anterior se ve representado en la figura 11.

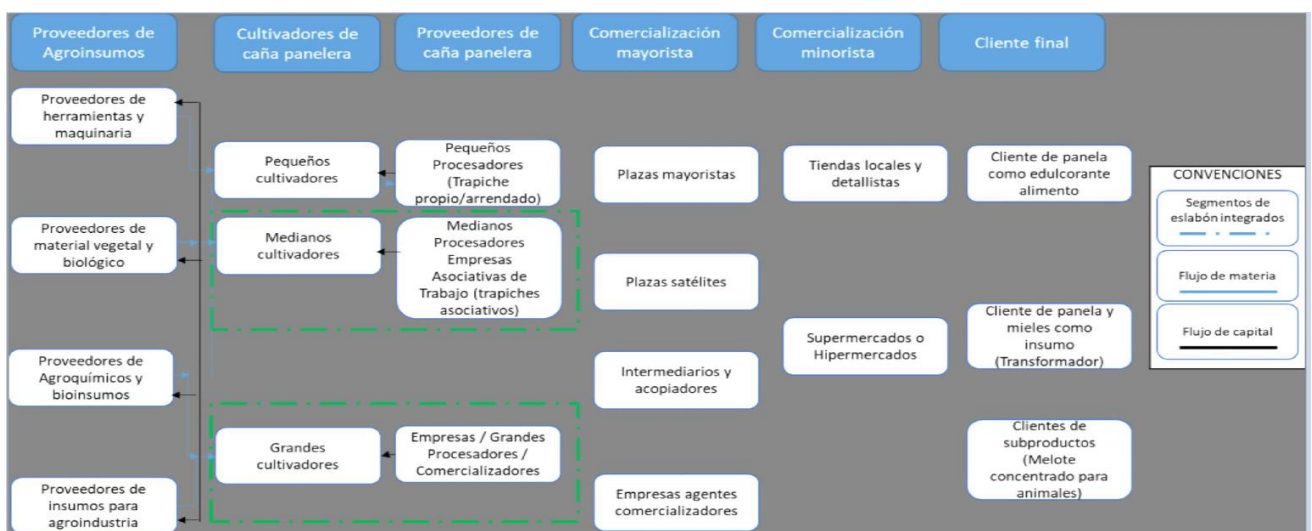


Figura 11. Composición de la cadena

Fuente: Fedepanela (2020)

3.4 Adelantos para mejorar la competitividad y la sostenibilidad

Desde la oficina de proyectos de Fedepanela, han visto la necesidad de crear asociaciones, con el objetivo de lograr una integración y consolidación de planes de abastecimiento, para que los tiempos y costos logísticos disminuyan y nos favorezca la competitividad en el mercado. Adicionalmente, se ha identificado nuevos esquemas de comercialización, donde se lleva la panela a mercados especializados y también a otros países; pero es importante incorporar elementos de sostenibilidad y optimización para llegar a ellos. Es por esto que Fedepanela está participando en mesas de trabajo con la Sociedad de Agricultores

de Colombia (SAC) y la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), con el fin de mejorar la competitividad de la agroindustria y su conectividad con otras regiones o países, actividad priorizada en el Plan Nacional de Desarrollo de vías terciarias definido en el consejo nacional de política económica y social (CONPES) 3857 (Fedepanela, 2020b).

Esta actividad logró identificar la necesidad de conectar zonas paneleras que están aisladas, y que, con la ley de regalías conciliada con el Congreso de la República, donde gobernadores y alcaldes podrán disponer de recursos de inversión para transformar el campo colombiano y reactivar la economía, de tal manera de aumentar la productividad, la competitividad, la generación de empleo entre otros. Esta priorización también dio a lugar a un acuerdo entre la Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA), para el desarrollo de un trabajo de investigación y profundización denominado “Gestión de los elementos de sustentabilidad y optimización de dos esquemas de abastecimiento de panela orientada a mercados especializados de exportación e industrias de alimentos” para buscar mejoras en este proceso, lo cual va muy ligado al objetivo de esta tesis de grado, cuyo objetivo es construir una visión sistémica en la cadena de suministro de la panela capaz de articular recursos, procesos y flujos para crear y distribuir riqueza, para apalancar el desarrollo social.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Economía circular en tiempos de cambio

En tiempos donde el cambio climático está sucediendo de una manera sin precedentes, toma gran importancia la economía circular y ésta empieza a reconocerse como el nuevo modelo para alcanzar el crecimiento sostenible, no solo en los países en desarrollo, sino para toda la humanidad. Motivados por Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad, particularmente en el capítulo del Pacto por el Emprendimiento y la Productividad, donde se estableció la hoja de ruta por medio de la cual se promueve una economía dinámica, incluyente y sostenible, y en la base transversal del Pacto por la Sostenibilidad que tiene como premisa “producir conservando y conservar produciendo”.

Se considera implementar el modelo de generación de riqueza sustentable basada en la innovación y en las tecnologías habilitadoras – SWIT (Scheel, 2020) para el proceso productivo de la panela debido a la importancia del subsector, el cual ocupa el segundo puesto en importancia social y económica del país después del café, debido a que el área sembrada es bastante amplia y a la cantidad de mano de obra que ocupa (cerca del el 12% de la población rural económicamente activa); sin embargo, se obtienen muy bajos rendimientos económicos debido a las deficientes y precarias condiciones de procesamiento, dado que se utilizan prácticas tradicionales y artesanales (Ruiz, 2020).

El modelo SWIT se desarrolla para la creación de riqueza sustentable a través del ensamble de clústeres de innovación de sistemas ecológicos industriales de residuos de valor

cero (ZRIES), transformando los residuos de las principales cadenas productivas de región a través de la generación de propuestas de valor (modelos de negocio) que se concreten en iniciativas de emprendimiento y en economías en transición para países en desarrollo. Con todo lo anterior, este modelo trata de generar para una región un desarrollo holístico de riqueza a través de proyectos que sean ambientalmente resilientes (recuperables), reversibles y durables, además de socialmente responsables, incluyentes y equitativos, y que finalmente sean económicamente viables y competitivos. Es decir, riqueza que pueda distribuirse entre todos los participantes de una región.

La metodología ZRIES surge de la evolución de los modelos convencionales de desarrollo que parten de subsistemas independientes (Ecológico – Social – Económico), para después conectarse por medio de sinergias entre los subsistemas y por último alcanzar modelo holístico e interconectado en donde se crea riqueza económica, social y ambiental de manera simultánea. Dicha metodología se apoya en el concepto de Economía Circular promovido por La fundación Ellen MacArthur desde 2010, y cuyo objetivo es acelerar la transición a la Economía Circular, fomentando medidas en los diversos actores de la sociedad como lo son la Academia, las empresas y el Gobierno.

El enfoque sistémico SWIT proporciona las condiciones para la interacción de los procedimientos en tres niveles de complejidad (Scheel & Vasquez, 2013):

- a. *Nivel de productos-residuos*: La circularización de cadenas de productos lineales; basado en un enfoque de sistema de ecología industrial de residuos de valor cero (ZRIES), está diseñado para reevaluar y transformar los residuos y desechos

resultantes de las cadenas de producción lineales en cadenas de ciclo cerrado de múltiples procesos, en donde los residuos se convierten en recursos para otros procesos.

- b. *Nivel de clúster.* El ecosistema de valor circular regional (CVES); ha sido diseñado para articular las sinergias del clúster de múltiples negocios ZRIES dentro de una región, con el objetivo común de que todos los habitantes de una región generen beneficios auto sostenibles para las comunidades.

C. Nivel regional: El tercer nivel es el sistema de valor compartido regional sostenible (SVS); capaz de brindar las condiciones necesarias (recursos, tecnologías, políticas, infraestructura, etc.), la gestión de la asignación de recursos y una gobernanza inclusiva para ensamblar un sistema sustentable de capitales de gran impacto en las actividades sociales, ambientales y económicas de una región.

Para ofrecer cualquiera de estos tres niveles de agregación, SWIT se basa en los siguientes siete principios, diseñados para respaldar las actividades del marco (Scheel & Vasquez, 2013):

Principio 1: Los residuos y desperdicios (R / W) de las cadenas de producción permanecen en casa, es decir que se mantienen en la región donde los recursos se han extraído, generado y/o transformado.

Principio 2: Los residuos y desperdicios (R / W) son insertados en sistemas de valores circulares para producir un valor más alto que las cadenas lineales de los productos dominantes (en este caso, los residuos de la panela serán transformados en tableros aglomerados; hormigón, papel, etc.).

Principio 3: Se deben identificar tecnologías adecuadas para transformar los residuos y desechos en productos de alto valor (es decir, proceso para convertir las cenizas materia prima para fabricar hormigón, etc.).

Principio 4: Los modelos comerciales circulares pueden proporcionar ventajas competitivas que no ofrecen las cadenas lineales convencionales (es decir, transformar sólidos como el bagazo/cogollo en productos valiosos como el papel).

Principio 5: Se pueden construir conglomerados de múltiples emprendimientos empresariales no habituales dentro de una zona circular interconectada (por ejemplo, transformando los residuos de bagazo en múltiples oportunidades de negocios).

Principio 6: El ensamblaje de comunidades auto sostenibles es posible, si se articulan las condiciones y relaciones adecuadas, creando sistemas de valores sostenibles autorregulados (es decir, transformando residuos de industrias locales en abono para agricultura urbana para comunidades auto sostenibles, como ejemplo en este caso, la utilización de la ceniza para facilitar el cultivo de champiñones y a su vez, utilizar la tierra abonada por champiñones para cultivar la caña).

Principio 7: Si se proporcionan recursos, relaciones, condiciones y gobernanza, se puede articular un sistema regional de valor compartido sostenible (es decir, comunidades auto sostenibles como Bristol en el Reino Unido y Kalundborg en Dinamarca; así como Las Gaviotas en Colombia).

Con base en los principios anteriores, las prácticas y las teorías que hemos mencionado, es posible rediseñar las cadenas lineales de productos con ciclos de vida industrial dominantes de una región determinada, y crear varias alternativas de bucles circulares sostenibles.

Dado lo anterior, es necesario explicar el concepto de economía circular, en el cual el marco SWIT basa su metodología, siendo así, una economía circular es un sistema industrial que es restaurativo o regenerativo por intención y desde la fase de diseño. Sustituye el concepto de “fin de vida útil” con la restauración; elimina el uso de productos químicos con tóxicos, que dificulta la reutilización y reintegración al ambiente, y tiene como objetivo la eliminación de desechos a través del diseño de materiales, productos, sistemas y sobretodo de modelos de negocios (Bocken, de Pauw, Bakker, & Van der Grinten, 2016).

La Economía Circular se basa en 3 principios fundamentales, bajo la perspectiva de las 7Rs de la sustentabilidad: re-mantenimiento, re-uso, redistribución, re-manufactura, renovación, reciclaje, rediseño (Ellen MacArthur, 2015).

Principio 1: Preservar y mejorar el capital natural controlando existencias finitas y equilibrio de los flujos de recursos renovables.

Principio 2: Optimizar el rendimiento de los recursos mediante la circulación de productos, componentes y materiales en uso con la mayor utilidad en todo momento, tanto en los ciclos técnicos como biológicos.

Principio 3: Fomentar la eficacia del sistema al revelar y eliminar las externalidades negativas.

Dichos principios y la interacción entre los recursos renovables y los finitos para la definición de la economía circular será representada en la figura 12 a continuación:

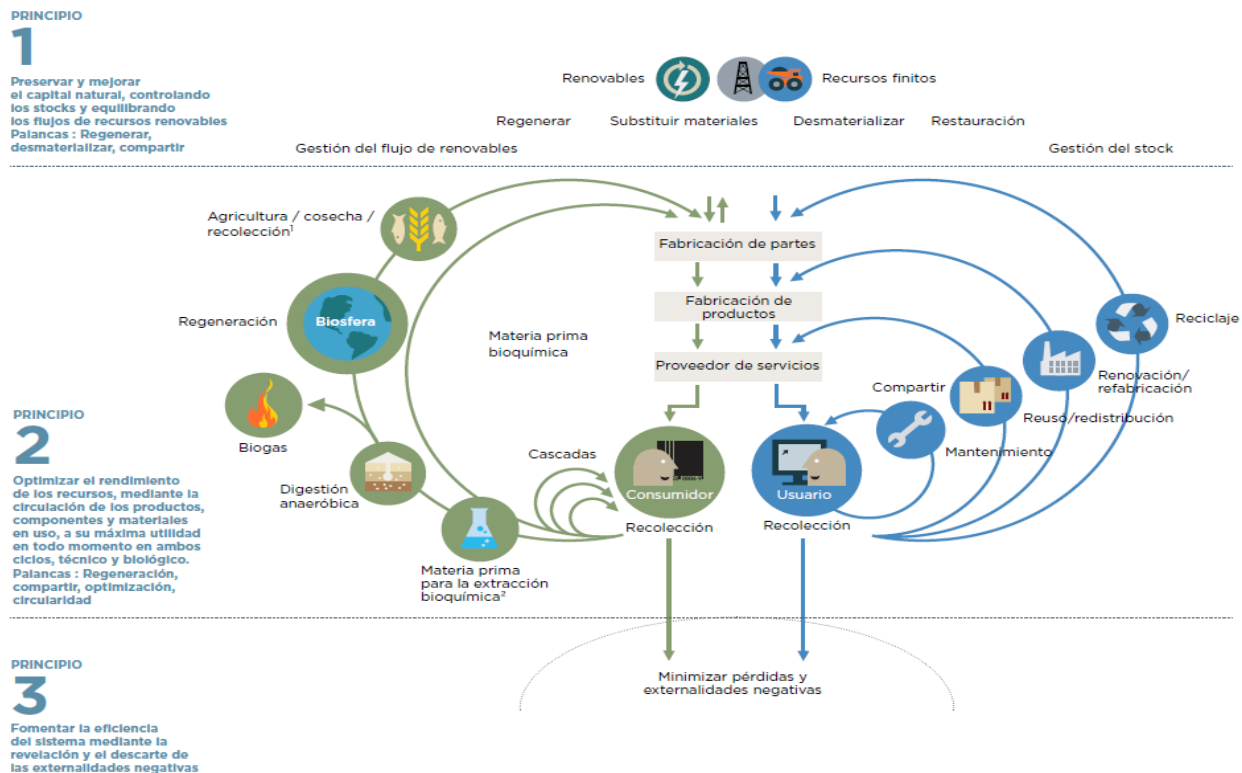


Figura 12. Esquema de una economía circular
Fuente: Ellen MacArthur Foundation, SUN, y McKinsey Centro para negocios y medio ambiente, Dibujo de Braungart y McDonough, Cradle to Cradle (C2C). Adaptado por C. Scheel, 2017.

4.2 Identificación de valor en un proyecto de economía circular

En la actualidad, las organizaciones ya no pueden permitir aislar los objetivos económicos de sus objetivos sociales y medioambientales, y este cambio sólo se logrará rediseñando la actividad de núcleo de toda organización, ofreciendo mejores productos, mejores servicios y mejores proyectos, capaces de regenerar no sólo la economía, sino la sociedad y los ecosistemas (Scheel, 2020).

Osterwalder (2014) define propuesta de valor como ese “recurso usado para transmitir de manera objetiva y directa las ventajas que una empresa u organización puede aportar a sus clientes o usuarios.”

Para este estudio, se realiza un análisis de toda la cadena de valor de la panela con el objetivo de identificar una oportunidad de valor agregado que entregue rendimientos crecientes. Para lograr este objetivo, se debe reconocer el valor percibido por cada uno de los clientes o stakeholders beneficiados, en donde cada cliente requiere beneficios económicos, bienestar social y ambiental en cada caso.

(Scheel, 2020, p.53) en su libro Diseño de modelos de negocios de Economía Circular expone lo siguiente:

“Una forma diferente de percibir el valor. En el caso de tener tres clientes o beneficiados, en donde se tiene un cliente que requiere beneficios económicos, un ciudadano que requiere un bienestar social, y un medio ambiente que requiere recuperar sus recursos que han estado desgastándose en forma continua principalmente en los últimos años, por una creciente industrialización, sobrepoblación y mala administración de los recursos.”

En la figura 13 a continuación se observa cómo se transfiere el valor hacia cada uno de los stakeholders, identificando para cada uno de ellos los beneficios que se generan y las molestias para el producto o subproducto evaluado. Al tener 3 clusters, se considera lo anterior como una propuesta de valor tripartita.

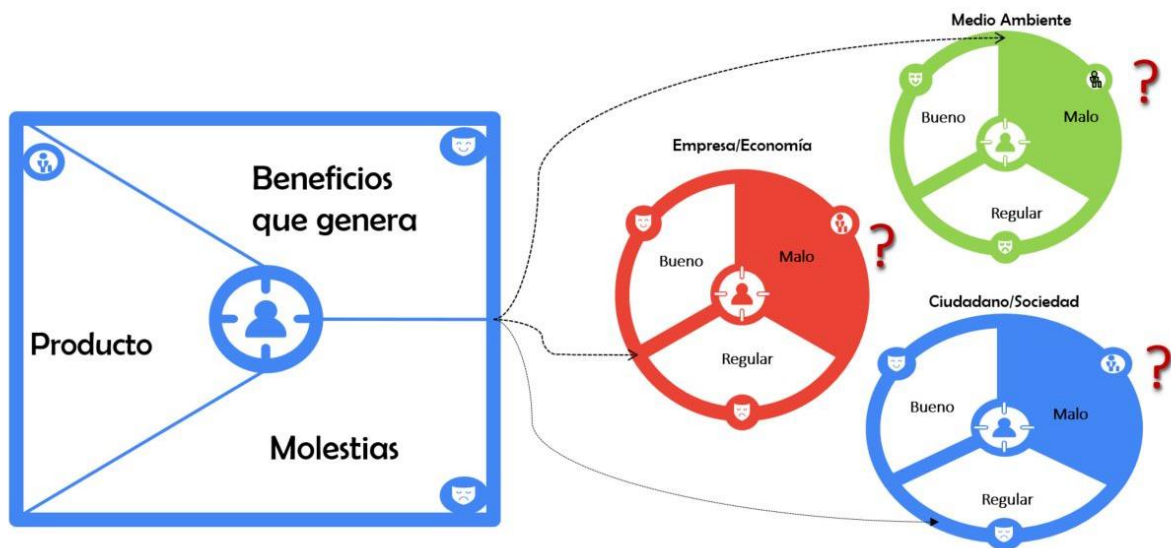


Figura 13. Esquema de valor entregado, considerando a los tres clientes.
Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de economía circular” (p.61) por C. Scheel, 2020, Académica Española

Una vez identificado cómo se genera, cómo se captura y cómo se entrega el valor de forma tripartita, se evalúa la propuesta de valor de triple impacto, como se muestra en la figura 14, enfocados hacia un sistema de cero residuos para un producto medular en específico. Para cada producto se determinan las necesidades que resuelve, los dolores que genera y su utilización, de la siguiente manera (Scheel, 2020):



Figura 14. Esquema de propuesta de triple valor.

Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de Economía Circular” (p.67) por C. Scheel, 2020, Académica Española.

Para entregar la propuesta de valor de triple impacto del producto medular, se divide el procedimiento en cuatro etapas según la metodología TVP (Scheel, 2020):

Paso 0: Inteligencia de la propuesta de valor

Antes de armar la estructura TVP (Propuesta de valor de triple impacto), debemos observar el producto desde varias aristas, por ejemplo: ¿En qué se utilizan los productos de estudio?, ¿Qué necesidades tienen los stakeholders?, ¿Qué temor tienen las empresas productoras de panela con respecto al producto de estudio?

Paso 1: Valor que genera el producto medular, sus beneficios y malestares

Descripción del valor que tiene el producto medular para la sociedad, para la región, y para la industria.

Paso 2: Entrega de valor a cada uno de los stakeholders

En este paso se identifica cómo se entrega/produce, a través de las respectivas cadenas de valor, el valor capturado a cada uno de los tres stakeholders.

Paso 3: Generación y articulación del mapa de valor de triple impacto de las cadenas alternas de ecología industrial para los múltiples stakeholders.

En esta etapa se crean las cadenas alternas de valor y la sinergia entre todos los interesados, de este modo se ensambla la **propuesta de valor de triple impacto (TVP)** en donde se crean y se entrelazan los productos, residuos, basuras, etc de cada una de las cadenas de la etapa anterior. De esta forma se captura el valor circular y se articulan las sinergias entre todos los stakeholders.

Paso 4: Desarrollo de las historias

En este paso se entregan las propuestas de valor provenientes de las estrategias de triple impacto. Aquí se crean las historias de dichas propuestas con el objetivo de formar el sistema de valor extendido circular (CVES).

4.3 Generación del sistema de valor circular

Con el objetivo de dar el primer paso hacia la circularidad y concebir modelos de negocio económicos, social y ambientalmente sostenibles, se arma una propuesta de valor de triple impacto (TVP) que muestre el valor creado y entregado a los tres sistemas anteriormente descritos. En este caso, se evalúa el proceso de producción de la panela y los subproductos que se pueden generar a partir de ella. Dichos subproductos, deben generar valor para los tres stakeholders a nivel ambiental, el social y que sea económicamente viable (Scheel, 2016).

Al realizar un análisis un poco más profundo de las relaciones que se establecen en la producción lineal, y de cómo obtener subproductos y residuos que puedan convertirse en productos de valor agregado, se representa a continuación en la figura 16, un estudio detallado de los subproductos y residuos, y como estos se transformarán en productos que generen un alto impacto para los tres stakeholders (Ecológico – Social – Económico).

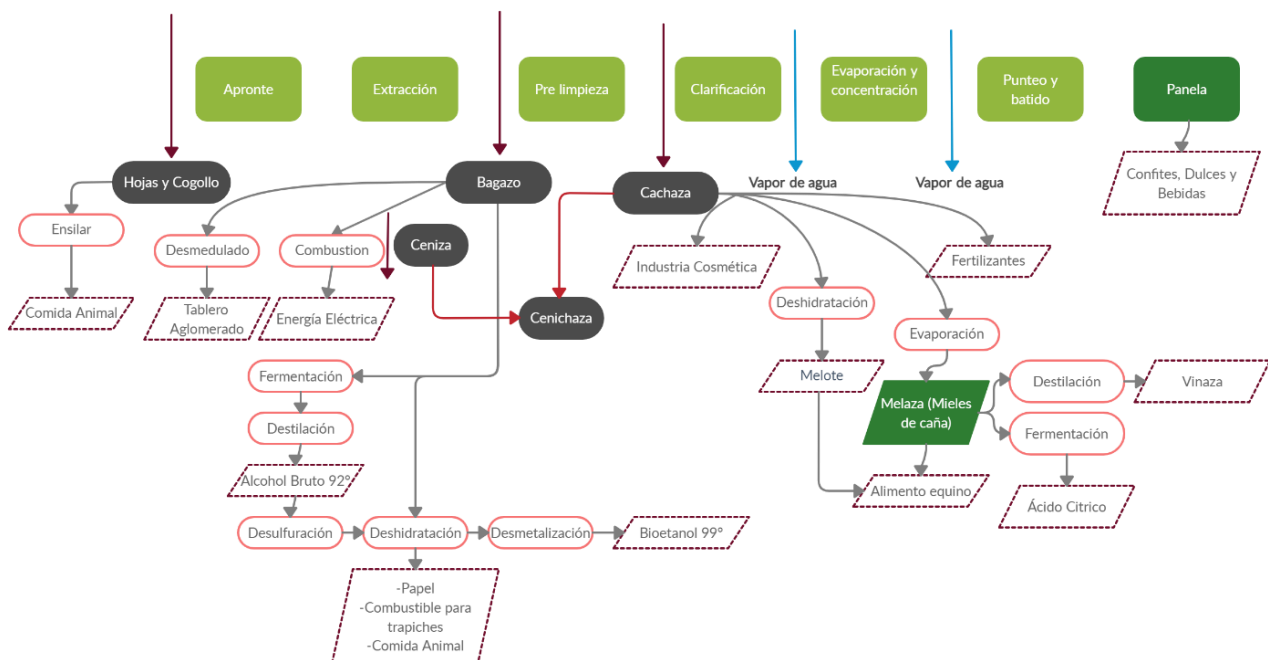


Figura 16. Representación de la cadena de producción de la panela y la utilización de los residuos en subproductos de valor agregado.

Fuente: Propiedad del autor.

Los residuos orgánicos constituidos por las materias primas que forman parte de un ciclo natural, son difícilmente incorporables a la naturaleza si se presentan aislados, debido a la adición de sustancias no amigables con el medio ambiente. Dichos residuos tienen como destino final los rellenos sanitarios, vertederos o en algunos casos la quema directa, practica habitual en la agroindustria panelera, pero a través de este estudio se busca transformar dichos residuos en productos de valor agregado que no solo beneficien al medio ambiente sino que también puedan

generar aportes a la economía y a la sociedad, un ejemplo de esto es utilizar la ceniza para producir hormigón y con este sustituir el cemento que se podría utilizar para las adecuaciones de los trapiches paneleros, entre otros.

A continuación en la figura 17, se representan los residuos y desechos del proceso productivo de la panela.



Figura 27. Identificación de residuos y desechos de la cadena de la panela.
Fuente: Propiedad del autor.

Mediante el ejercicio de evaluación de la cadena de producción de la panela, se identificaron 4 subproductos que se pueden convertir en un sistema de valor que brindan beneficios para los 3 stakeholders, ellos son:

- Tablero Aglomerado
- Papel
- Compostaje
- Hormigón

Tablero Aglomerado

La escasez de recursos forestales y la oportunidad encontrada dentro del proceso lineal de la producción de la panela, brinda grandes posibilidades para utilizar el bagazo como materia prima para la elaboración de tableros aglomerados.

El bagazo es el residuo o remanente de los tallos de la caña de azúcar después que ésta ha sido sometida al proceso de extracción del jugo azucarado, saliendo del último molino con un 50% de humedad y un contenido residual de sacarosa de alrededor del 4 % (base seca) (Cabo, Cabeza, & Costales, 2017).

Uno de los principales retos que se debe tener en cuenta para lograr con éxito la conversión del bagazo de la caña de azúcar en tableros aglomerados es su almacenamiento en condiciones que permita una calidad aceptable del producto. Con tal fin se han desarrollado diversos sistemas y métodos de almacenamiento, siendo el más difundido la construcción de pilas en forma piramidal. Además, se ha generalizado la práctica del desmeollado del bagazo

previo a su empaque, dadas las indeseables características que aporta la médula al producto final entre otras causas (Costales y González, 2017).

Los tableros de fibras a partir del bagazo tienen diferentes usos según su espesor. Los tableros delgados pueden emplearse como enchape de puertas, elementos de electricidad, en la industria del calzado, molduras, mobiliario, paredes laterales de ataúdes, embalaje, entre otras aplicaciones. Los tableros de mayor espesor son empleados en mobiliarios de hogar y oficinas, así como, en todos los elementos decorativos y de carpintería de interior como en el caso de tableros de fibras resistentes a la humedad en mobiliario de cocina y baño, de aquí su gran importancia (Morales, González y Mesa, 2016).

A continuación, se detalla la propuesta de valor de triple impacto del producto medular “Tablero Aglomerado”:

Paso 0: Inteligencia de la propuesta de valor

- a. ¿En que se **utilizan** los tableros aglomerados?

El Aglomerado es ampliamente utilizado en la fabricación de muebles, tanto residenciales como comerciales, principalmente los rechapados por su resistencia, menor peso y coste inferior al MDF. Se utilizan en la fabricación de puertas, cajones y estantes de muebles (Maderarme, s.f.).

- b. ¿Qué **necesidades** básicas tienen los stakeholders, (los tres stakeholders)?

- Muebles de casa y oficina a menor costo
- Fabricación de cielo rasos al combinarlos con yeso
- Reutilización de recursos para tomar menos del medio ambiente

- Fabricación de insumos para la industria de la construcción con mejores costos
- c. ¿Qué **temor** tienen las empresas productoras del valor de núcleo con respecto a este producto de tableros aglomerados?:
- Calidad
 - Vida útil del producto
 - Altamente volátil e inflamable
 - Puede generar cáncer nasofaríngeo y alergias
 - Alto consumo de energía en el secado
 - Utilización de formaldehído que es altamente contaminante
 - Preferencia por los productos de madera
 - Poca resistencia y durabilidad

Con esta información resultante de este estudio, se determinó la dinámica de circularidad del bagazo, se inicia la creación y entrega de la propuesta de valor, representado en la figura 18.

Paso 1: Valor que genera el producto medular, sus beneficios y malestares

- Facilidad para trabajar y mecanizar
- Estables y uniformes
- Se pueden recubrir con melanina u otros productos, lo que permite conseguir cualquier estilo o diseño que deseemos
- Resistencia
- Ecológicamente sostenible
- Precio

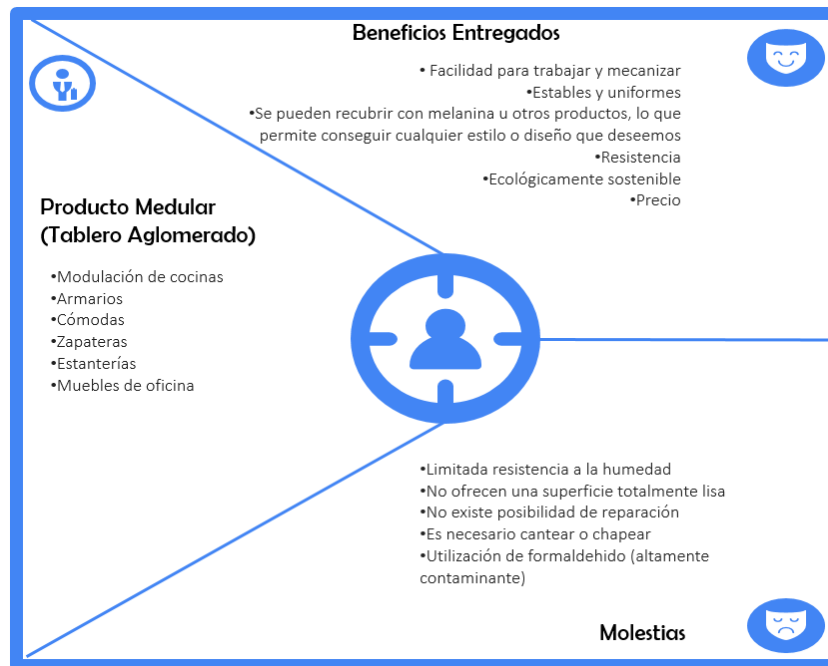


Figura 38. Producto medular Tablero Aglomerado, beneficios y temores. Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de Economía Circular” (p.66), por C. Scheel, 2020, Académica Española

Paso 2: Entrega de valor a cada uno de los stakeholders, representado en la figura 19.

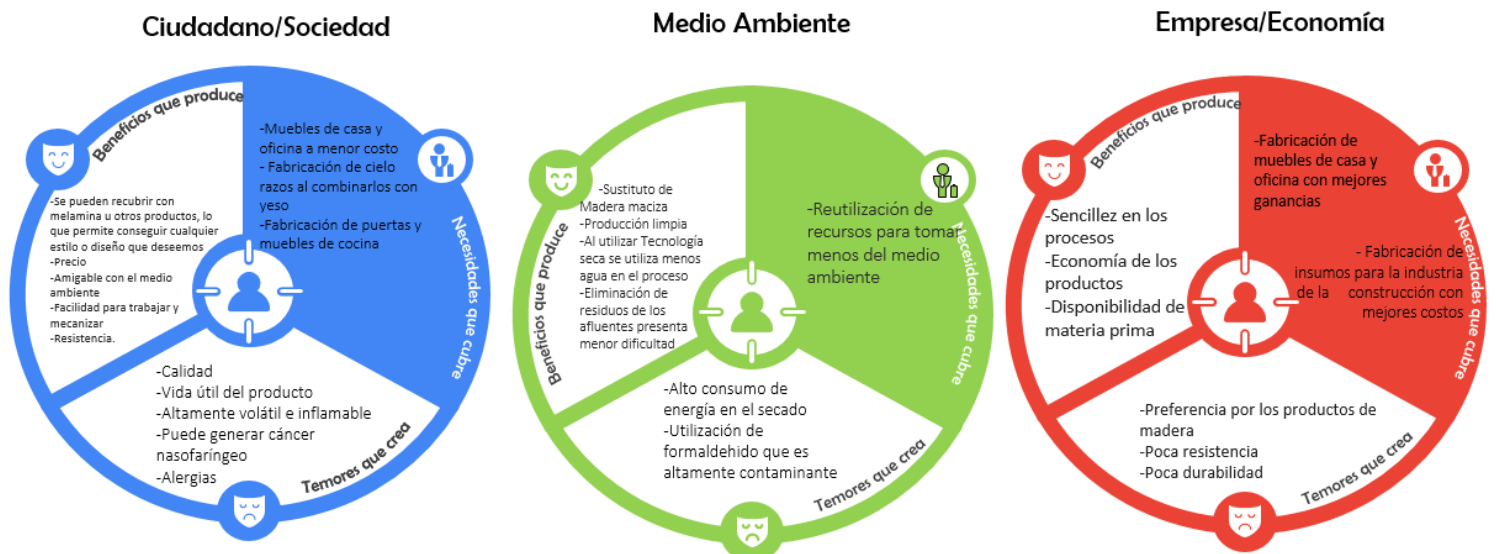


Figura 49. Propuesta de valor a los 3 stakeholders para el Tablero Aglomerado. Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de Economía Circular” (p.72), por C. Scheel, 2020, Académica Española.

Paso 3: Generación y articulación del mapa de valor de triple impacto de las cadenas alternas de ecología industrial para los múltiples stakeholders, son representados en la figura 20.

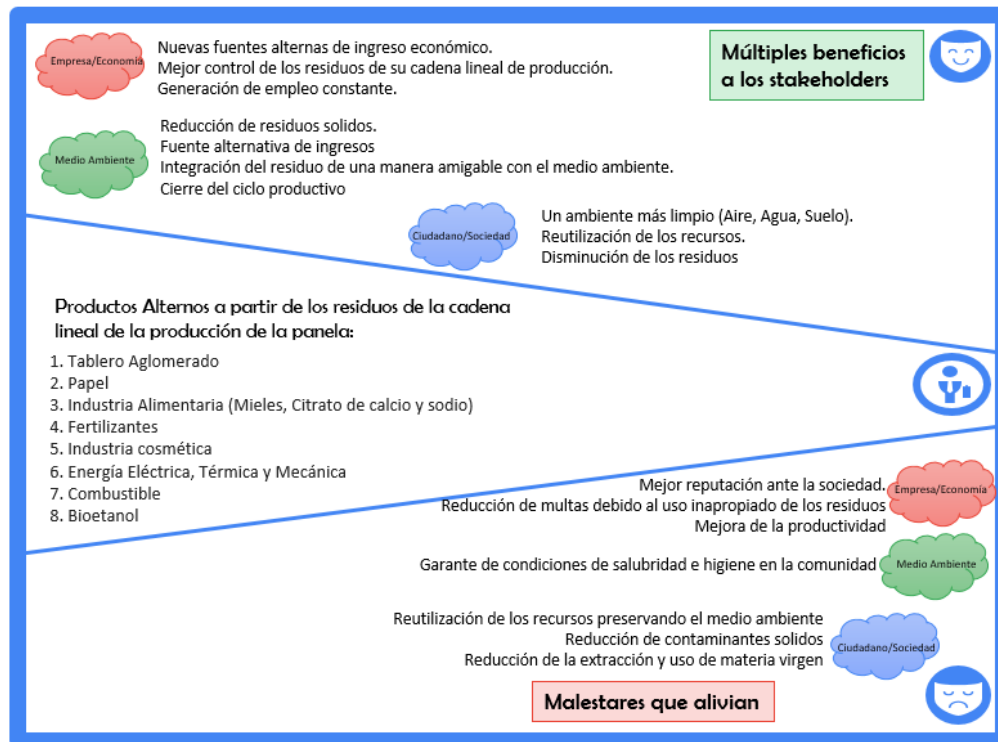


Figura 20. Valor del clúster del subproducto Tablero aglomerado, creados para cada uno de los tres stakeholders.
Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de Economía Circular” (p.73), por C. Scheel, 2020.

Paso 4: Desarrollo de las historias

Uno de los múltiples residuos de la transformación de la caña de azúcar para la producción de la panela es el bagazo, el cual se genera en el proceso de extracción de las mieles de la caña de azúcar. Dicho residuo puede ser aprovechado de manera no convencional para la producción de tableros aglomerados. Dicha iniciativa genera fuentes de trabajo adicionales a la cadena lineal que impactan en el desarrollo de la comunidad local.

Por otro lado, los muebles que se producen con tableros aglomerados al ser de material reciclado sustituyen la demanda de madera y por consecuencia la tala de árboles y su impacto ambiental. También es un producto más asequible comparado con los productos elaborados con madera, por lo cual más personas pueden acceder a estos productos y dignificar su vivienda.

Todo lo anterior, nos ayuda a acercarnos un poco más al concepto Prima verde (Green Premium, por su nombre en inglés) ahora muy hablado por Bill Gates, y es el costo adicional de elegir una tecnología limpia sobre una que emite una mayor cantidad de gases de efecto invernadero (GEI). En este caso se busca sustituir la madera en la industria de la carpintería, ensamblando la producción lineal de tableros en otras cadenas lineales como la de la panela y así formar un clúster de economía circular que minimice la extracción de recursos naturales, desacoplando la producción de dichos bienes sin que la economía detenga su crecimiento.

Una vez desarrollados los 4 pasos para entregar la propuesta de valor, se caracteriza el proceso de producción del tablero aglomerado como se ilustra en las siguientes figuras:

En la figura 21 se muestra el proceso completo del tablero aglomerado desde que se hace el aponte de la caña y en la figura 22 se detalla paso a paso la elaboración del tablero aglomerado.



Figura 215. Definición del proceso productivo total del Tablero Aglomerado.
Fuente: Propiedad del autor.



Figura 62. Definición del proceso del Tablero Aglomerado.
Fuente: Propiedad del autor.

Papel

El residuo proveniente del proceso de extracción de los jugos de la caña de azúcar, posee una gran cantidad de fibras que pueden ser utilizadas para producir papel, el cual es un material versátil que se puede aprovechar para elaborar varios derivados que han posicionado a Colombia como productor líder en la industria papelera en Latinoamérica (López et al., 2016).

La industria papelera representó el 2,5% del PIB industrial y aportó \$862 millones al PIB nacional, esto debido a que en el mundo se fabrican anualmente unos 408 millones de toneladas de pulpa, papel y cartón para impresión, escritura y empaques, de los cuales, en Colombia, se fabricaron 1'218.646 toneladas de papel y se exportaron 150.346 toneladas (ANDI - Cámara de la Industria de Pulpa Papel y Cartón, 2017).

Carvajal Pulpa y Papel, una empresa colombiana del sector Manufacturero, empezó en 2018, a utilizar el bagazo para su producción de papel, convirtiendo anualmente cerca de 1.100.000 toneladas de bagazo en papel, logrando disminuir un 6,1% el consumo de agua frente al mismo periodo del 2017. Así mismo, la empresa indica que al emplear como materia prima un subproducto agroindustrial (Bagazo), en la fabricación del papel no se compite por el uso de suelo ni se limita la producción de azúcar o sus derivados (Becerra, Buitrago, & Pinto, 2016).

Según la ANDI, A nivel mundial, la producción de papel y cartón en Colombia representa el 0,3%, y el 6% en América Latina. Mientras que, en el caso de la pulpa, estas cifras

corresponden al 0,1% y al 13%, respectivamente, mostrando un incremento del consumo en un 3%.

A continuación, se detalla la propuesta de valor de triple impacto del producto medular “Papel”:

Paso 0: Inteligencia de la propuesta de valor

Antes de armar la estructura TVP, debemos observar el producto desde varias aristas, por ejemplo: ¿En que se utilizan el Papel?, ¿Qué necesidades tienen los stakeholders?, ¿Qué temor tienen las empresas productoras de Panela con respecto al producto “Papel”?

Paso 1: El valor que genera el producto medular, sus beneficios y malestares, será representado en la figura 23.

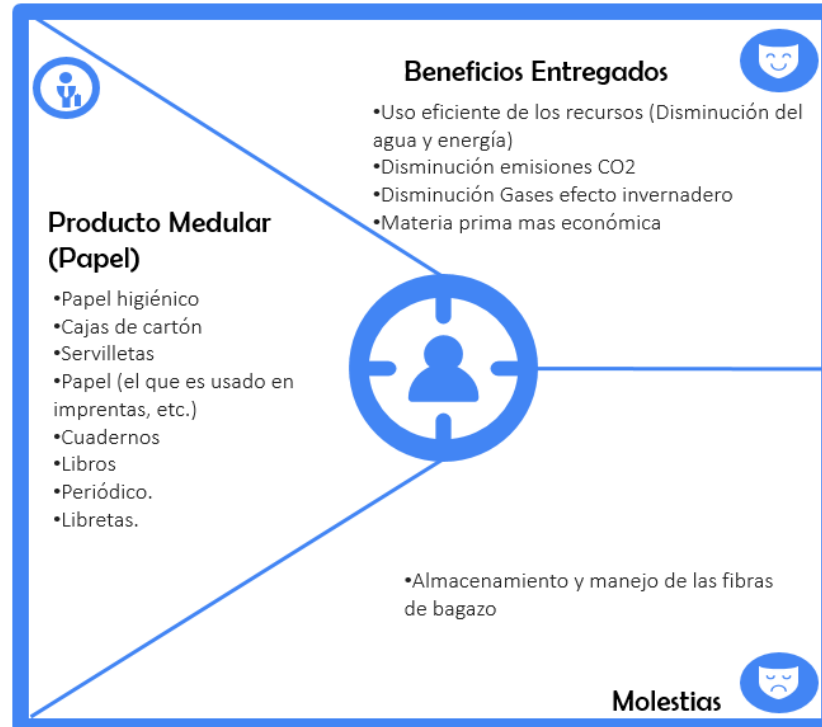


Figura 73. Producto medular Papel, beneficios y temores.
Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de Economía Circular” (p.66), por C. Scheel, 2020, Académica Española.

Paso 2: Entrega de valor a cada uno de los stakeholders, representado en la figura 24.

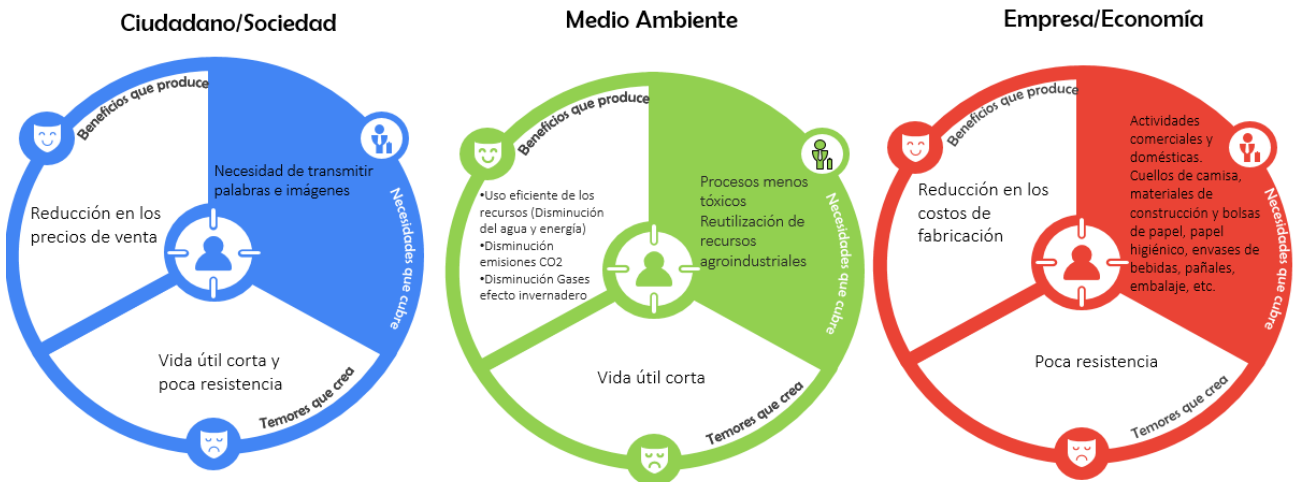


Figura 84. Propuesta de valor a los 3 stakeholders para el Papel. Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de Economía Circular” (p.72), por C. Scheel, 2020, Académica Española.

Paso 3: La generación y articulación del mapa de valor de triple impacto de las cadenas alternas de ecología industrial para los múltiples stakeholders, será representado en la figura 25.

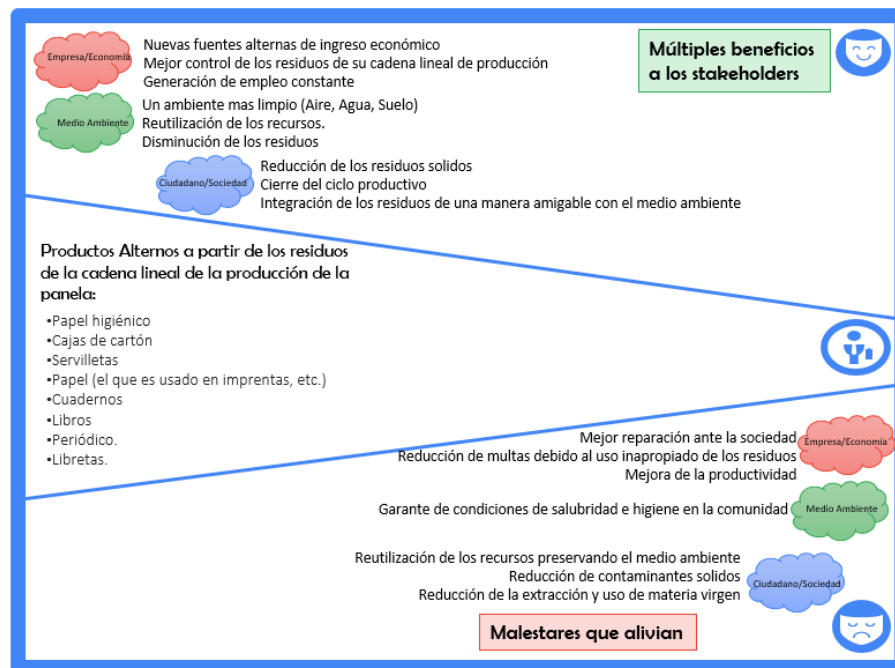


Figura 25. Valor del clúster del subproducto Papel creados para cada uno de los tres stakeholders. Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de Economía Circular” (p.73), por C. Scheel, 2020, Académica Española.

Paso 4: Desarrollo de las historias:

Nuevamente, al igual que en el producto anterior, uno de los múltiples residuos en el proceso de producción de la panela es el bagazo y el cogollo. Dichos residuos pueden ser aprovechados en la fabricación de papel, de tal manera que esta iniciativa genere fuentes de trabajo adicionales a la cadena lineal de la panela, que impactan en el desarrollo de la comunidad local.

Actualmente en Ecuador, las empresas papeleras aprovechan el bagazo de caña de los ingenios azucareros para fabricar papel ecológico con un 100 % de bagazo de caña y libre de productos químicos y blanqueadores (Earth Pact). El papel Earth Pact es un papel amigable con el medio ambiente, ya que permite establecer responsabilidad social con la finalidad de comprometerse con el planeta al querer utilizar un producto alternativo y sostenible (Propandina, 2014).

Una vez desarrollados los 4 pasos para entregar la propuesta de valor, se caracteriza el proceso de producción del Papel como se ilustra en las siguientes figuras: En la figura 26 se muestra el proceso completo del Papel desde que se hace el aponte de la caña y en la figura 27 se detalla paso a paso la elaboración del Papel.



Figura 96. Definición del proceso productivo total del Papel.
Fuente: Propiedad del autor.



Figura 107. Definición del proceso del Papel.

Fuente: Propiedad del autor.

Compostaje

El compostaje aerobio consiste en la degradación y estabilización de la materia orgánica que resulta como residuo del proceso de producción de panela, al que se llega por biotecnologías

de bajo costo, que nos permite mantener la materia orgánica dentro del ciclo natural, ayudando a mejorar los suelos, combatiendo la erosión, mejorando los cultivos en cuanto a cantidad y calidad de los mismos, ya que se disminuyen los procesos erosivos, se producen suelos con mejores condiciones de temperatura, mayor actividad microbiológica y por ende se ve favorecida la producción final (Salazar, 2014).

Residuos como el bagazo, cachaza, ceniza de bagazo, hoja de caña y vinaza, son utilizados para la producción de compost o comúnmente conocido como abono. Estos residuos son pasados por un pre tratamiento que elimina el exceso de humedad, cuando la humedad que se registra es la adecuada, estos se apilan en tamaños superiores a 1 m³, se mezclan y se airean creando condiciones necesarias para el crecimiento de microorganismos los cuales descomponen los residuos hasta transformarlos en compostaje (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, n.d.).

En la siguiente etapa, dependiendo de la humedad en la pila, se busca la relación Carbono/Nitrógeno adecuada para garantizar un óptimo proceso de compostaje, se realizan mediciones de temperatura (del orden de los 60°C), humedad (del orden del 40% al 65%), pH (del orden de 5), materia orgánica, cenizas y carbono orgánico total con el propósito de analizar cada pila de acuerdo a la respectiva composición. Los análisis químicos deben cumplir con Norma Técnica Colombiana NTC 5167 para productos para la industria agrícola y productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo y cuyo valor en el mercado es aproximadamente \$10.900 pesos por 3 kilos (Melendéz & Soto, 2009).

Bohórquez, Puentes, y Menjivar (2015) en su artículo de investigación para el Ingenio Riopaila-Castilla, una muestra compuesta por 50% cachaza- 50% bagazo- 2m³ de vinaza, presentó la mejor calidad con el mayor contenido de nutrientes, requiriendo un tiempo de maduración del compostaje de 90 días.

A continuación, se detalla en la figura 28 la propuesta de valor de triple impacto del producto medular “Compostaje”:

Paso 0: Inteligencia de la propuesta de valor

¿En que se utiliza el compostaje?, ¿Qué necesidades tienen los stakeholders?, ¿Qué temor tienen las empresas productoras de Panela con respecto al producto compostaje?

Paso 1: Valor que genera el producto medular, sus beneficios y malestares

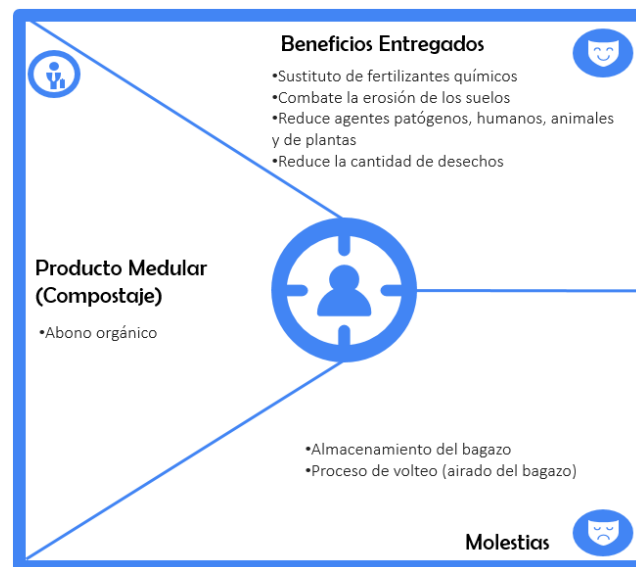


Figura 118. Producto medular Compostaje, beneficios y temores.

Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de Economía Circular” (p.66), por C. Scheel, 2020, Académica Española.

Paso 2: Entrega de valor a cada uno de los stakeholders, representado en la figura 29.

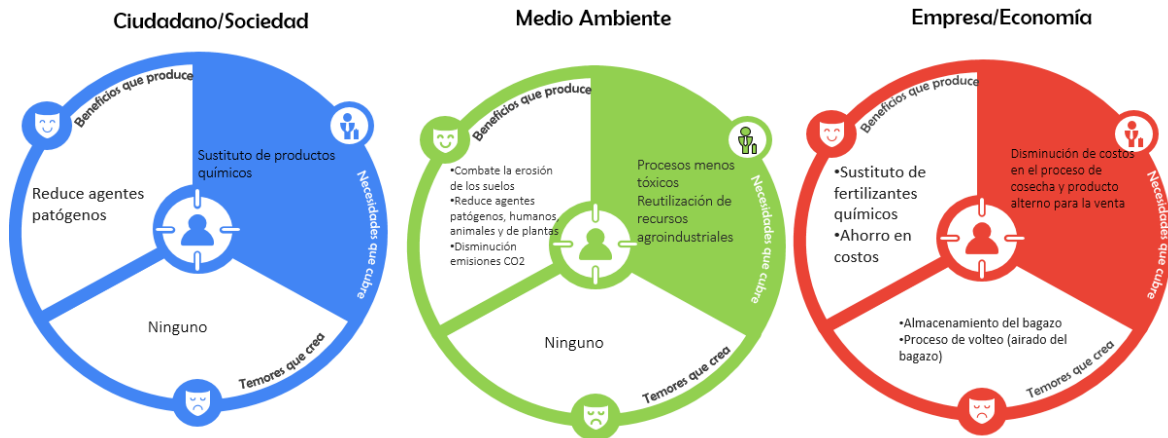


Figura 129. Propuesta de valor a los 3 stakeholders para el Compostaje. Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de Economía Circular” (p.72), por C. Scheel, 2020, Académica Española.

Paso 3: Generación y articulación del mapa de valor de triple impacto de las cadenas alternas de ecología industrial para los múltiples stakeholders, se detalla a continuación en la figura 30.

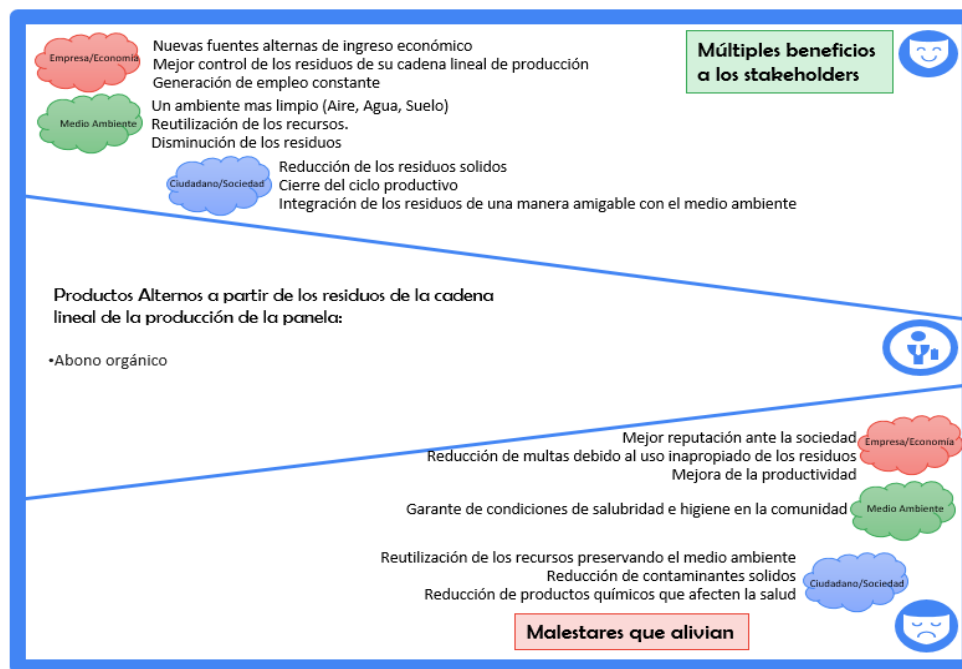


Figura 30. Valor del clúster del subproducto Compostaje creados para cada uno de los tres stakeholders. Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de Economía Circular” (p.73), por C. Scheel, 2020, Académica Española.

Paso 4: Desarrollo de las historias

Como se mencionó anteriormente, los residuos agrícolas de la agroindustria de la panela como el bagazo, representan un peligro para el medio ambiente al ser altamente inflamables y por el tiempo que toma su degradación. Dicho residuo puede ser aprovechado para la producción de compostaje, ya que regularmente, los productores de caña de azúcar utilizan fertilizantes comerciales para nutrir las tierras, que además pueden contener ingredientes ligeramente tóxicos y representar un gasto elevado en el proceso de siembra.

Los productores visitados para este estudio indicaron que para cubrir una hectárea plantada con caña de azúcar se requieren al menos 300 kilogramos de fertilizante; y que según esta investigación cada 3 kilogramos cuestan alrededor de \$10.900 pesos, por lo que una cosecha podría requerir al menos 1 millón de pesos en fertilizantes. Al utilizar el bagazo para producir compostaje, se favorecen los suelos, además de disminuir estos gastos.

Una vez desarrollados los 4 pasos para entregar la propuesta de valor, se caracteriza el proceso de producción del compostaje como se ilustra en las siguientes figuras:

En la figura 31 se muestra el proceso completo del Compostaje desde que se hace el apunte de la caña y en la figura 32 se detalla paso a paso la elaboración del Compostaje.



Figura 31. Definición del proceso productivo total del Compostaje.
Fuente: Propiedad del autor.

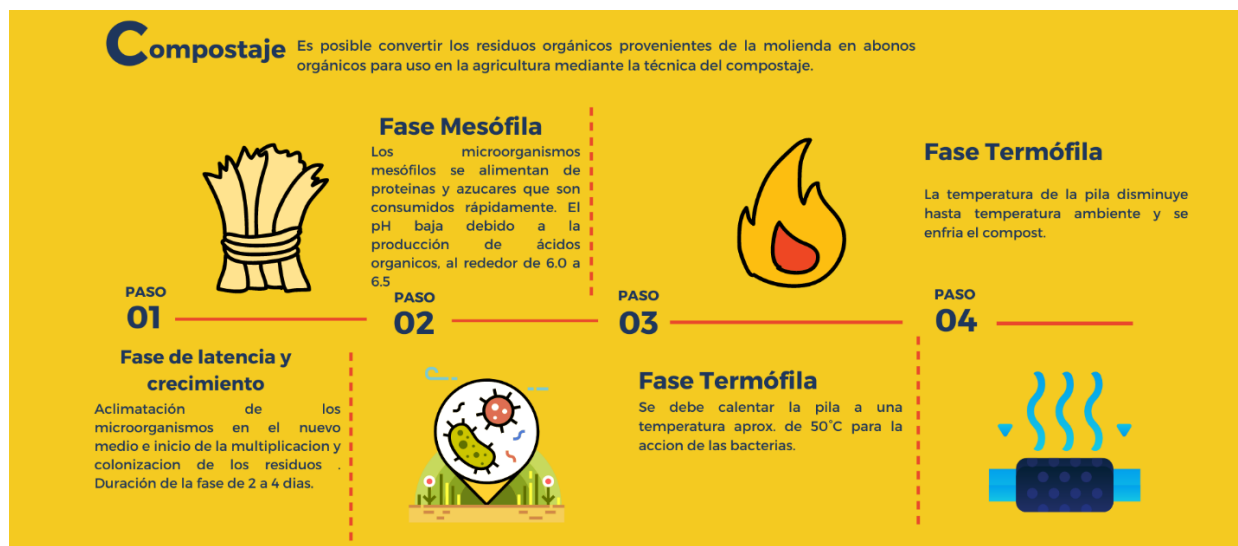


Figura 132. Definición del proceso del Compostaje.
Fuente: Propiedad del autor.

Hormigón

Uno de los residuos de caña más desaprovechados en el proceso de producción de la panela es la Ceniza. El bagazo de caña de azúcar una vez es utilizado para la quema, da lugar a la ceniza la cual posee una composición química (Silicio) que favorece la reacción con el cemento, pudiendo ser adicionado para la fabricación de materiales de construcción, según estudios en una

proporción aproximada de reemplazo del cemento en un 20% (Berenguer, Nogueira Silva, Barreto Monteiro, Lins, & Lima, 2016).

La elaboración del cemento impacta negativamente al medio ambiente, pues este requiere alto gasto energético de combustibles, gran emisión de contaminantes por la síntesis del cemento en estado sólido, y por el empleo de combustibles, además de su importe a la degradación de la calidad del aire debido polvo resultante del transporte de materiales durante todo el proceso (Escalante, 2002).

De acuerdo a la información suministrada por algunos Ingenios del Valle, actualmente la ceniza de bagazo regional no es utilizada en la fabricación de productos que beneficien directamente a la comunidad vallecaucana, la cual es afectada por este tipo de cultivo que altera al ecosistema, además de influir en problemas respiratorios. Adicionalmente, el residuo azucarero está siendo almacenado a cielo abierto y sus partículas finas permiten que se desplace por las corrientes de aire, al igual que con la intervención de las aguas lluvia (Vidal, Torres y González, 2014, p.16).

Dando lo anterior, cabe resaltar que, por cada tonelada de bagazo incinerado, se generan aproximadamente 25 kilos de cenizas y que acorde a la revisión de literatura realizada para este trabajo de grado, se puede sugerir transformar estos residuos en un importante insumo para la fabricación de argamasa y hormigón en el uso de la construcción civil, donde se demuestra que reemplazar entre el 30% y 50% de arena natural por ceniza, no solamente conserva las características físicas y mecánicas del hormigón de buena calidad, sino que también aporta grandes beneficios para el ecosistema (Sales & Lima, 2010).

A continuación, se detalla la propuesta de valor de triple impacto (TVP) del producto medular “Hormigón”:

Paso 0: Inteligencia de la propuesta de valor

Antes de armar la estructura TVP, debemos observar el producto desde varias aristas, por ejemplo: ¿En qué se utiliza el Hormigón?, ¿Qué necesidades tienen los stakeholders?, ¿Qué temor tienen las empresas productoras de panela con respecto al producto para material de construcción?

Paso 1: El valor que genera el producto medular, sus beneficios y malestares será representado en la figura 33.

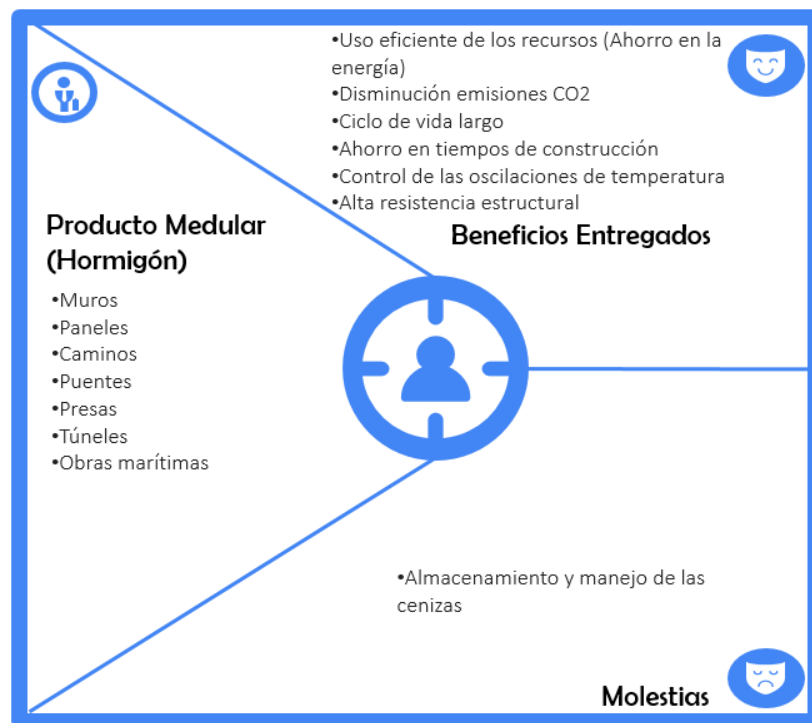


Figura 143. Producto medular Hormigón, beneficios y temores.
Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de economía circular” (p.61) por C. Scheel, 2020, Académica Española.

Paso 2: Entrega de valor a cada uno de los stakeholders, representado en la figura 34.

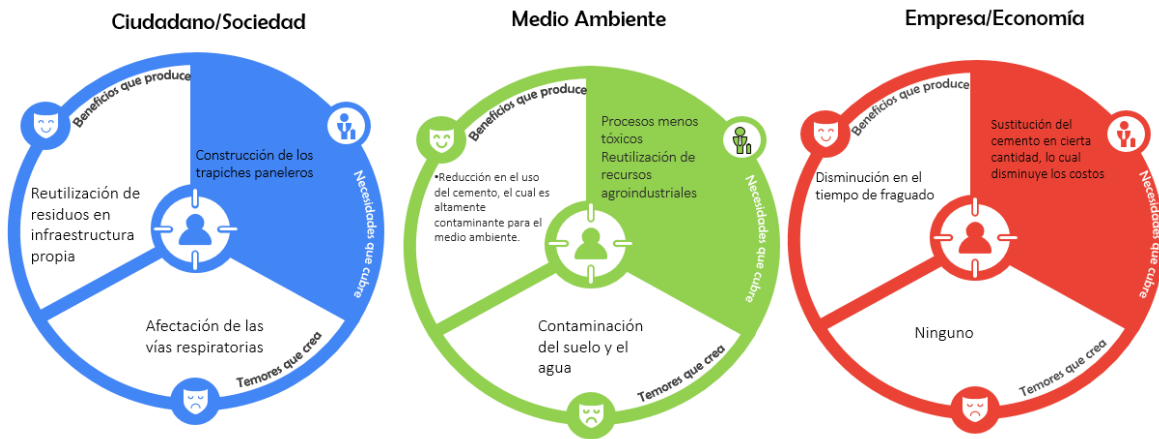


Figura 154. Propuesta de valor a los 3 stakeholders para el Hormigón. Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de economía circular” (p.61) por C. Scheel, 2020, Académica Española.

Paso 3: Generación y articulación del mapa de valor de triple impacto de las cadenas alternas de ecología industrial para los múltiples stakeholders, se detalla a continuación en la figura 35.

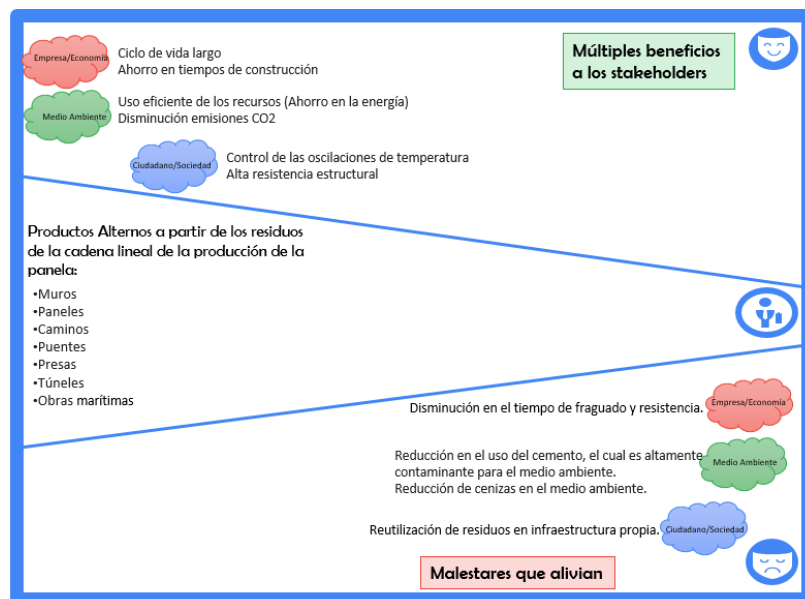


Figura 165. Mapa de valor circular de triple impacto del Hormigón. Adaptado de “Diseño de modelos de negocios de economía circular” (p.61) por C. Scheel, 2020, Académica Española.

Paso 4: Desarrollo de las historias

El cemento portland es un conglomerante para la producción del hormigón, el cual posee la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, al reaccionar químicamente con ella. Este es considerado uno de los productos más contaminantes y caros en el proceso de elaboración del Hormigón, debido a su alta demanda energética para ser procesado y la gran cantidad de dióxido de carbono que es liberado a la atmósfera produciendo gases efecto invernadero (GEI), que según investigaciones estos constituyen entre el 5% y el 8% del total de las emisiones resultantes de las actividades humanas (Moraes et al., 2015).

Estos estudios concluyeron que los compuestos químicos de la ceniza poseen una alta capacidad reactiva con el cemento, característica muy importante para que el comportamiento mecánico del hormigón –su resistencia a compresión– sea el adecuado y así este pueda ser reutilizado ofreciendo un subproducto de alto valor agregado (con una prima verde cercana a cero), permitiendo reducir los efectos contaminantes del medio ambiente generados por la elaboración del cemento y del mismo modo reduciendo la contaminación del suelo y aire resultante de la mala disposición de los residuos en el proceso agroindustrial de la panela.

Una vez desarrollados los 4 pasos para entregar la propuesta de valor, se caracteriza el proceso de producción del hormigón como se ilustra en la siguiente figura:



Figura 176. Definición del proceso productivo total del Hormigón.
Fuente: Propiedad del autor.

Finalmente, los 4 Subproductos resultantes del proceso de producción de la panela se unen para dar una única solución de valor agregado que entrelaza las diferentes historias que impactan a los 3 stakeholders (Sociedad/Medio Ambiente/Empresa) y de esta manera circularizar el proceso productivo de esta agroindustria. Esta situación será representada en la siguiente figura:

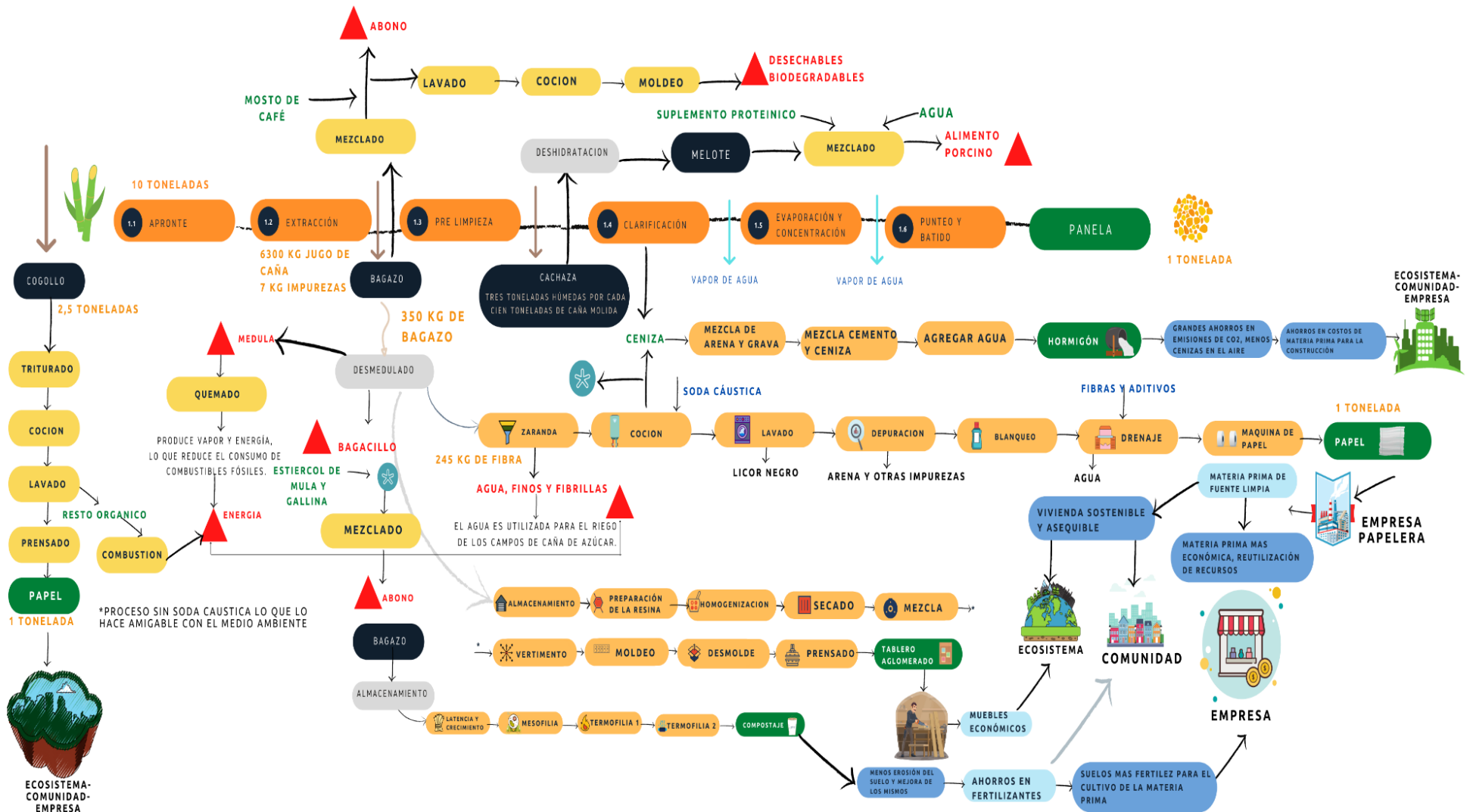


Figura 187. Mapa de valor con las sinergias de la ecología industrial base del sistema circular de valor de la industria de la panela.

Fuente: Propiedad del autor.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

La condición actual del mercado en la agroindustria de la panela se encuentra al alza debido a la pandemia, no solo porque los hogares incrementaron su consumo sino también debido a que el gobierno incluyó a la panela en los mercados solidarios que se entregaron dentro de la pandemia. Esto hizo que se lograra una recuperación en los precios, que desde marzo de 2020 los precios pagados al productor por kilo pasaron de \$1.700 a \$3.200 y un aumento en las ventas, pasado de 1.7 billones de pesos en 2019 a 2.9 billones de pesos en 2020, según datos entregados por Fedepanela.

No obstante, este sector se enfrenta a muchos desafíos tales como las condiciones precarias a la que se enfrentan los trabajadores, los costos de la intermediación, el alto costo de los registros fitosanitarios, la ausencia de centros de acopio y distribución de los productos, el cambiante costo de los fletes y el transporte de carga, la falta de recursos para hacer mejoras a los trapiches, entre otros.

Se construyó un modelo integrando datos recolectados de fuentes oficiales del gremio de la panela, así como fuentes secundarias y observación de campo. La actividad económica en estudio fue el proceso productivo de la panela, para la cual también se identificaron los desechos y residuos generados. Después de que se analizaron todos los residuos y se encontraron las mejores y más apropiadas tecnologías y procesos para reciclar residuos y compartir entre los sistemas, procedimos a modelar todo el ecosistema regional de valor circular para prever su

impacto en la región de Cundinamarca, principalmente en municipio de Villeta al tener como actividad principal la producción de panela (Ver anexo D: Producción en Cundinamarca).

El incentivo para desarrollar este trabajo de grado parte del interés de ayudar a los pequeños productores a participar del comercio internacional y de esta manera incrementar las exportaciones y disminuir la competencia interna donde la utilidad para los pequeños productores es mínima; los precios de producción según las encuestas realizadas oscilan alrededor de 2,299 por kilo y el precio pagado al productor es de 3.200 por kilo en la primera semana de mayo del año en curso, lo que nos impulsa en crear procesos de revalorización en la cadena productiva.

En este caso, se pueden generar múltiples negocios para diferentes emprendimientos: fertilizantes, alimento para bovinos y equinos, papel, elementos de construcción, muebles modulares, etc. como subproductos de la transformación de los residuos de la agroindustria de la panela. Con base en estos productos, podemos establecer una red de iniciativas comerciales, grupos de interés y condiciones industriales y regionales especiales de tal manera que los cuatro modelos de negocios puedan coexistir en la región y crear una riqueza relativamente prolífica y, al mismo tiempo, evitar la deforestación, erosión del suelo entre otros, debido a los residuos de esta industria extendida en Colombia.

Si bien no todas estas soluciones son económicamente viables o físicamente viables por la capacidad productiva de los trapiches hay 2 que ofrecen un valor significativo en esta cadena; ellas son las cadenas productivas para elaborar Fertilizantes y/o compostaje, el cual no significa

ningún importe económico adicional y que por el contrario representa disminución en costos en la preparación del terreno para la siembra y por lo tanto esto se traduce en ahorros en los costos de producción, incrementando las utilidades. En segundo lugar, está la elaboración de hormigón que de igual manera no significa un importe económico adicional al reutilizar las cenizas provenientes de la combustión del bagazo, pero si significa un ahorro en los costos de infraestructura al poder reemplazar hasta un 40% el cemento, en la mezcla para fabricar hormigón creando una ganancia económica para las comunidades, además de representar un alivio en el medio ambiente al eliminar las cenizas del aire y así disminuir posibilidad de enfermedades en los trabajadores, mejorando la salud de las comunidades.

Dado lo anterior, con la implementación del marco SWIT, el cual se ha aplicado plenamente en varios casos de América latina, se busca circularizar el proceso productivo de la panela, buscando un impacto positivo en la sociedad, al convertir los residuos sólidos de este sector en valiosas nuevas empresas competitivas, creando así beneficios económicos y sociales para la región, mientras que al mismo tiempo se repara la mayoría de los daños causados al medio ambiente.

El anteproyecto de este trabajo de grado fue presentado en la Oficina de proyectos de la federación nacional de productores de panela – Fedepanela con el objetivo de ser revisado e incluido en sus planes de mejora continua de este año o el siguiente, el cual fue aceptado y está a la espera de concluir esta entrega para encaminar este proyecto a los interesados.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El futuro sostenible requiere ir más allá de los paradigmas actuales, lo que implica comprender en primer lugar el contexto en el que nos encontramos, saber a dónde queremos ir, tener visión de futuro y definir como llegaremos ahí. Para ello es necesario desarrollar una visión sistémica de un profundo cambio cultural en la sociedad, así como las condiciones adecuadas para sustentar la cocreación de su futuro.

Tal como se desarrolló en este trabajo de grado, el marco SWIT es más que la integración de procesos sostenibles apropiados o metodologías innovadoras. Es un marco centrado para generar “prosperidad sostenible” de grupos de múltiples negocios no habituales, ensamblados y gestionados por un mecanismo circular de valor compartido, para industrias y comunidades en desarrollo, de tal modo que se puedan articular los 3 grandes interesados de la biosfera (Empresa-Ecosistema-Sociedad).

Para este caso, en la agroindustria de la panela, se muestra un cambio notable en el enfoque de innovación para el logro del desarrollo sostenible, creando una “riqueza alternativa” regenerativa, viable y equitativa, resultante del desarrollo de sistemas circulares de valor que se insertan en una región a través de la transición a comunidades sostenibles auto gestionadas. Sin embargo, nos enfrentamos a un gran reto para incluir el factor social cuando la comunidad no ve una ganancia real de las actividades circulares, por eso en este caso, una de las cadenas circulares insertadas en este clúster es el desarrollo de Hormigón, el cual favorece directamente a las construcciones y/o adecuaciones de los trapiches, minimizando de esta manera hasta en un 40%

los costos asociados al cemento, insertando los costos de remediar el daño a los recursos naturales que produce el ciclo de vida del producto y traducirlos en el precio de los productos manufacturados.

7. TRABAJOS FUTUROS

- 1.** Entregar una propuesta del modelo estudiado a los empresarios de la agroindustria de la panela para facilitar la toma decisiones y hacer inversiones.
- 2.** Realizar un artículo científico en el cual se describe la simulación del sistema circular de valor en la agroindustria de la panela.
- 3.** Promover el concepto de EC en la agroindustria de la caña de azúcar.

8. REFERENCIAS

- ANDI - Cámara de la Industria de Pulpa Papel y Cartón. (2017). *Informe de Sostenibilidad Ambiental 2017*. (Pecac 2020), 123.
- Becerra, A. P., Buitrago, A., & Pinto, P. (2016). Sostenibilidad Del Aprovechamiento De Caña De Azúcar En El Valle Del Cauca, Colombia. *Ingeniería Solidaria*, 12(20), 133–149. Retrieved from <http://www.banrepcultural.org/revista-18>
- Berenguer, R. A., Nogueira Silva, F. A., Barreto Monteiro, E. C., Lins, C. S., & Lima, A. (2016). Effect of sugarcane bagasse ash as partial replacement of cement on mortar mechanical properties. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 21(14), 4577–4586.
- Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
- Bohórquez, A., Puentes, Y. J., & Menjivar, J. C. (2015). Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(1), 73. https://doi.org/10.21930/rcta.vol15_num1_art:398
- Cabo, O. C., Cabeza, E. C., & Costales, R. (2017). *Productos aglomerados del bagazo*. ICIDCA.
- Costales-sotelo, R., & González-abreu, C. (2017). La industria nacional de tableros de partículas; riesgos y retos. Perspectivas de diversificación. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, 51(3), 65–71.
- Ellen MacArthur, F. (2015). Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition. *Ellen MacArthur Foundation (EMF)*, 20.
- Escalante García, J. I. (2002). Materiales alternativos al cemento Pórtland. *Avance y Perspectiva*, 21, 79–88.
- Fedepanela. (2015). *Nota De Información De La Nama (Nino) Reconversión Productiva Y Tecnológica Del Subsector Panelero*. 289. Retrieved from file:///E:/Downloads/NINO PANELA VFINAL.pdf
- Fedepanela. (2020a). *Cifras FEDEPANELA 2020*. 1.
- Fedepanela. (2020b). *Informe 3er Trimestre - Fedepanela*. <https://doi.org/10.3726/978-3-0352-0094-2/1>
- Gobierno de la República de Colombia. (2019). Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio.

- In *Gobierno de Colombia*. Retrieved from http://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia Nacional de Economía Circular-2019 Final.pdf_637176135049017259.pdf
- López, A., Bolio, G., Solórzano, M., Acosta, G., Hernández, M., Salgado, S., & Córdova, S. (2016). Obtención de Celulosa a Partir de Bagazo de Caña de Azúcar (*Saccharum spp.*). *Agroproductividad*, 9(7), 43.
- Melendéz, G.; Soto, G. (2009). Taller de Abonos Orgánicos Día Lunes 3 de marzo. *Pdf*.
- Moraes, J. C. B. B., Akasaki, J. L., Melges, J. L. P. P., Monzó, J., Borrachero, M. V., Soriano, L., ... Tashima, M. M. (2015). Assessment of sugar cane straw ash (SCSA) as pozzolanic material in blended Portland cement : Microstructural characterization of pastes and mechanical strength of mortars. *Construction and Building Materials*, 94, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.07.108>
- Morales-Zamora, M., González-Suárez, E., & Mesa-Garriga, L. (2016). Avances en la obtención de tableros de fibras a partir de mezclas de residuales lignocelulósicos de bagazo. *Afinidad*, 73(575), 206–210.
- Salazar, T. A. (2014). Actividad microbiana en el proceso de compostaje aerobio de residuos sólidos orgánicos. *Revista de Investigación Universitaria*, 3(2), 74–84.
- Sales, A., & Lima, S. A. (2010). Use of Brazilian sugarcane bagasse ash in concrete as sand replacement. *Waste Management*, 30(6), 1114–1122. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.01.026>
- Scheel, C. (2016). Beyond sustainability. Transforming industrial zero-valued residues into increasing economic returns. *Journal of Cleaner Production*, 131(May 2016), 376–386. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.018>
- Scheel, C., & Vasquez, M. (2013). Regional wealth creation by leveraging residues and waste. *Vie & Sciences de l'entreprise*, 194(2). <https://doi.org/10.3917/vse.194.0072>
- Scheel M, C. (2020). *Diseño de nuevos negocios de economía circular* (1st ed.). Monterrey. Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. (n.d.). *Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura*.
- Vidal, D. V, Torres, J., & González, L. O. (2014). Ceniza De Bagazo De Caña Para Elaboración De Materiales De Construcción: Estudio Preliminar. *MOMENTO - Revista de Física*, 0(48E), 14–23.

9. ANEXOS

A. Resultados de visitas a los trapiches:

Como resultado de las visitas a 4 trapiches paneleros de mediana capacidad se encontró lo siguiente:

- **Parámetro del medio ambiente:**

Dentro de los parámetros del medio ambiente pude evidenciar el no cumplimiento del Decreto 050/18 correspondiente a los vertimientos al suelo y la resolución 631/15 del vertimiento de aguas superficiales. En estos trapiches, el resultado hídrico del proceso de producción así mismo como el de lavado de las giberas es drenado directamente al suelo, sin ningún cubrimiento o tratamiento, lo que genera un olor bastante desagradable a los alrededores del trapiche.

Por otro lado, Fedepanela establece como buenas prácticas en el proceso lo siguiente:

- **Aguas Dulces:** Realizar tratamiento de las aguas, antes de realizar el vertimiento al suelo. (*No se evidencia*)
- **Aguas grises:** Instalar sistema de tratamiento de aguas grises. (*No se evidencia*)
- **Residuos sólidos:** Disponer y clasificar los residuos sólidos en punto ecológico. (*No se evidencia*)

Los residuos evidenciados en el proceso fueron los siguientes:

Bagazo- Utilizado 100% para la combustión, Cachaza- utilizada para alimentar a las mulas que transportan la caña, Ceniza- 100% desperdiciada, la arrojan entre las montañas.

- **Cachaza:** Instalar al lado del fondo que queda junto a la chimenea, una paila para que la cachaza se cocine. De tal manera que se pueda fabricar el melote, que se puede almacenar por algún tiempo para alimentar animales de la finca. *(Se evidencia)*
- **Uso de llanta:** Eliminar el uso de caucho. *(No se evidencia)*
- **Floculantes naturales:** Construir semillero con especies (cadillo, balso, guácimo) para trasplantar dentro de la finca y tenerlas disponibles en el futuro. *(Se evidencia)*
- **Leña para el horno:** Mejoramiento de eficiencia energética de la hornilla-recirculador térmico, para evitar el uso de leña. *(No se evidencia en los 4 trapiches visitados, solo en 1 y no todas las hornillas)*

- **Parámetro del consumidor:**

Este se refiere a la protección del consumidor y a la calidad del producto, dentro del cual se evidencio el no cumplimiento de la resolución 779/06 (Reglamento técnico de la panela), puesto que ninguno de los trabajadores usaba tapabocas, ni ninguna protección para no contaminar los alimentos.

- **Parámetro del Trabajador:**

Se refiere a la contratación laboral, pago de parafiscales, seguridad y salud en el trabajo. Ley 100 de 1993, Decreto 2616 de 2013, Resolución 0312 de 2019 *(no se cumple ninguna)* Los trabajadores son contratados por días en un horario de 2am a 5pm con 1 hora aproximada de descanso. Se les paga \$50,000 por turno.

- **Parámetro de Estado:**

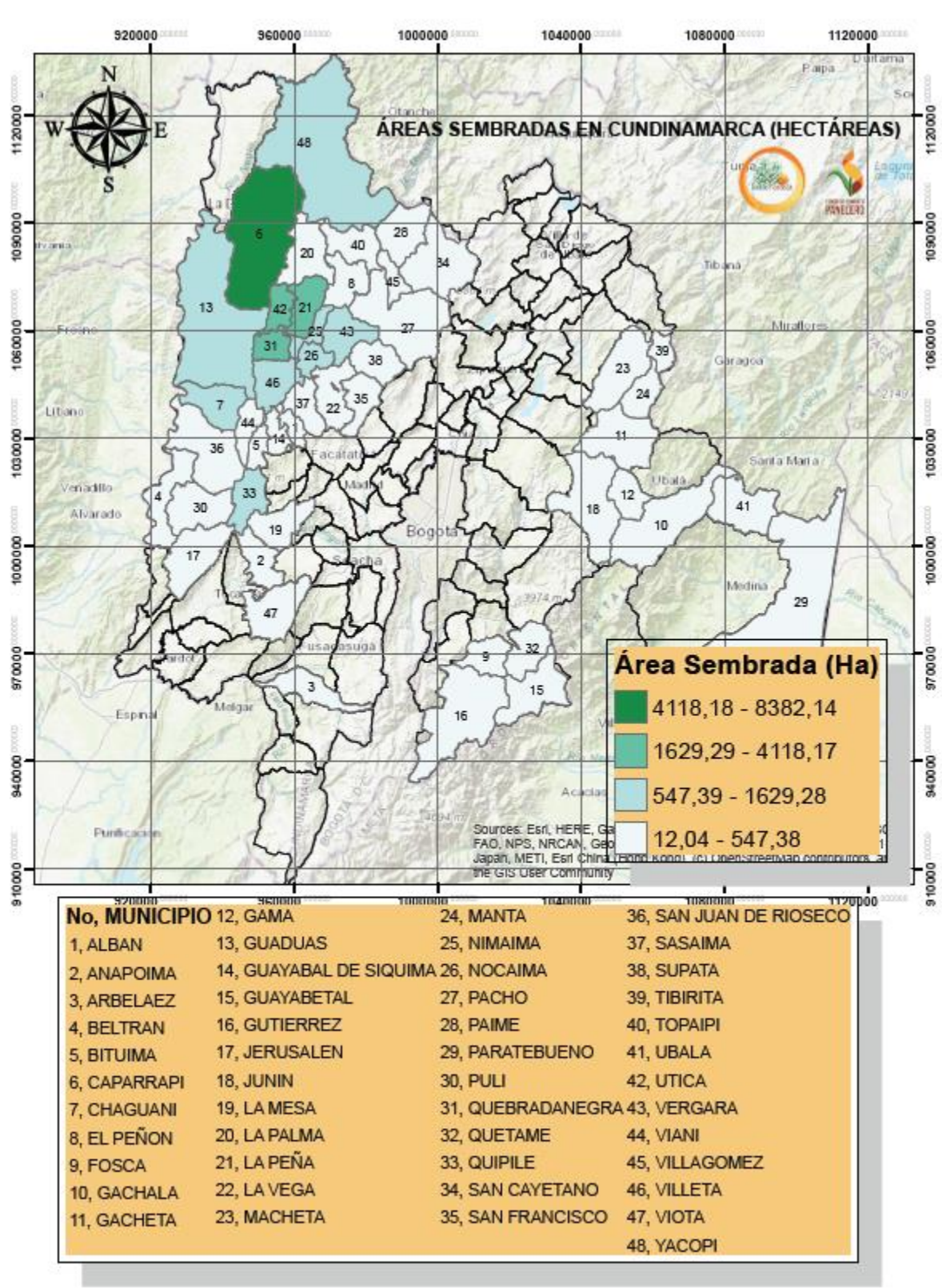
Registro de empresa, pago de impuestos y declaraciones, informes contables:

- Decreto 2649/93- Registro e informes contables (*No hay formalidad empresarial*)
- Decreto 2150/17- Normativa general del estado colombiano. ICA, IVA, Impuesto de Renta, Rete ICA. (*No pagan retefuente por que no hacen facturas*)
- Ley 40/90. Cuota de fomento panelero. (*La paga el distribuidor, no el productor*)

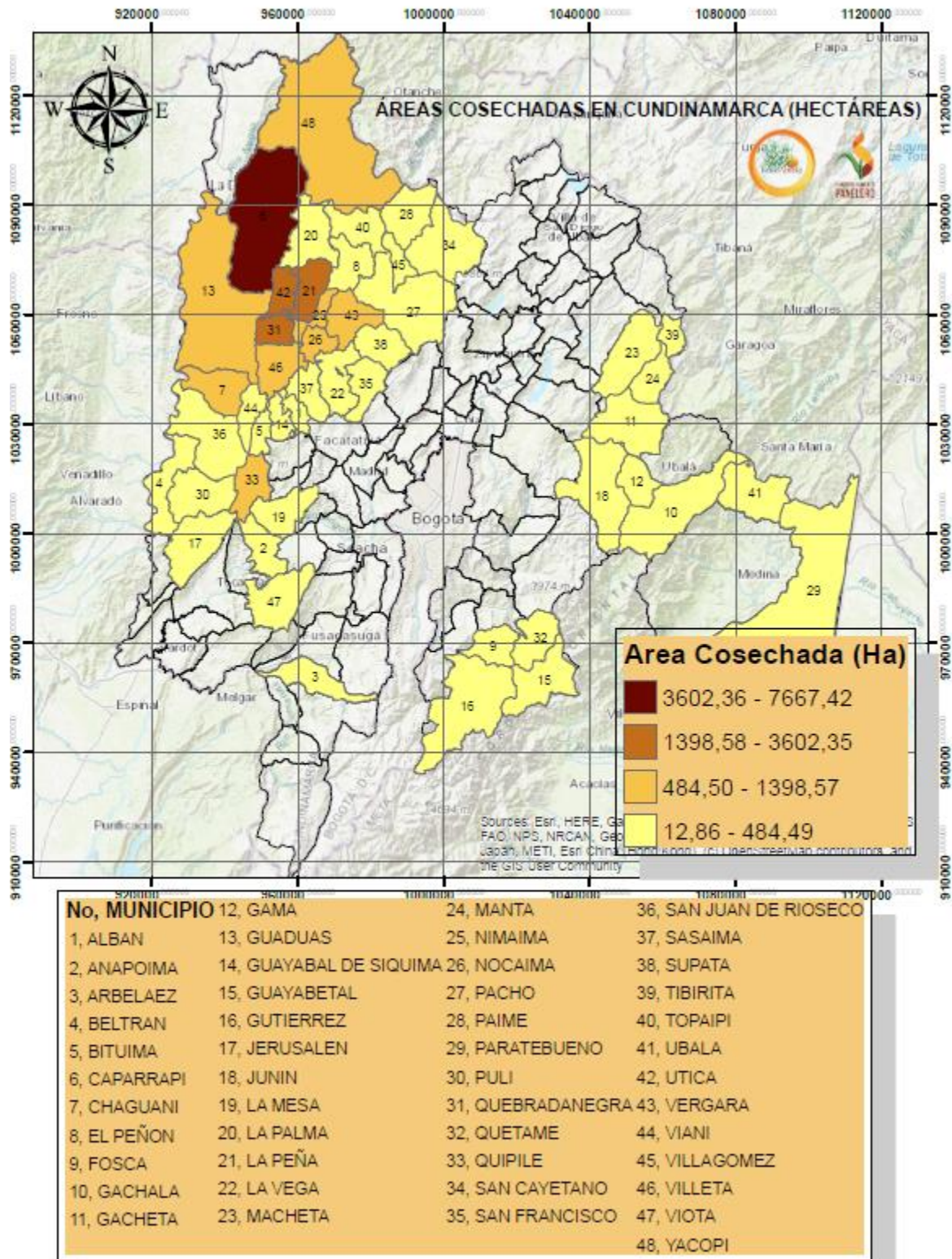
- **Parámetro de los asociados o accionistas:**

En los 4 trapiches se evidenció como práctica común que la finca panelera es entregada a un administrador, quien es el encargado de controlar y supervisar todo el proceso de elaboración de la panela, y una vez por semana este administrador entrega las ganancias al dueño.

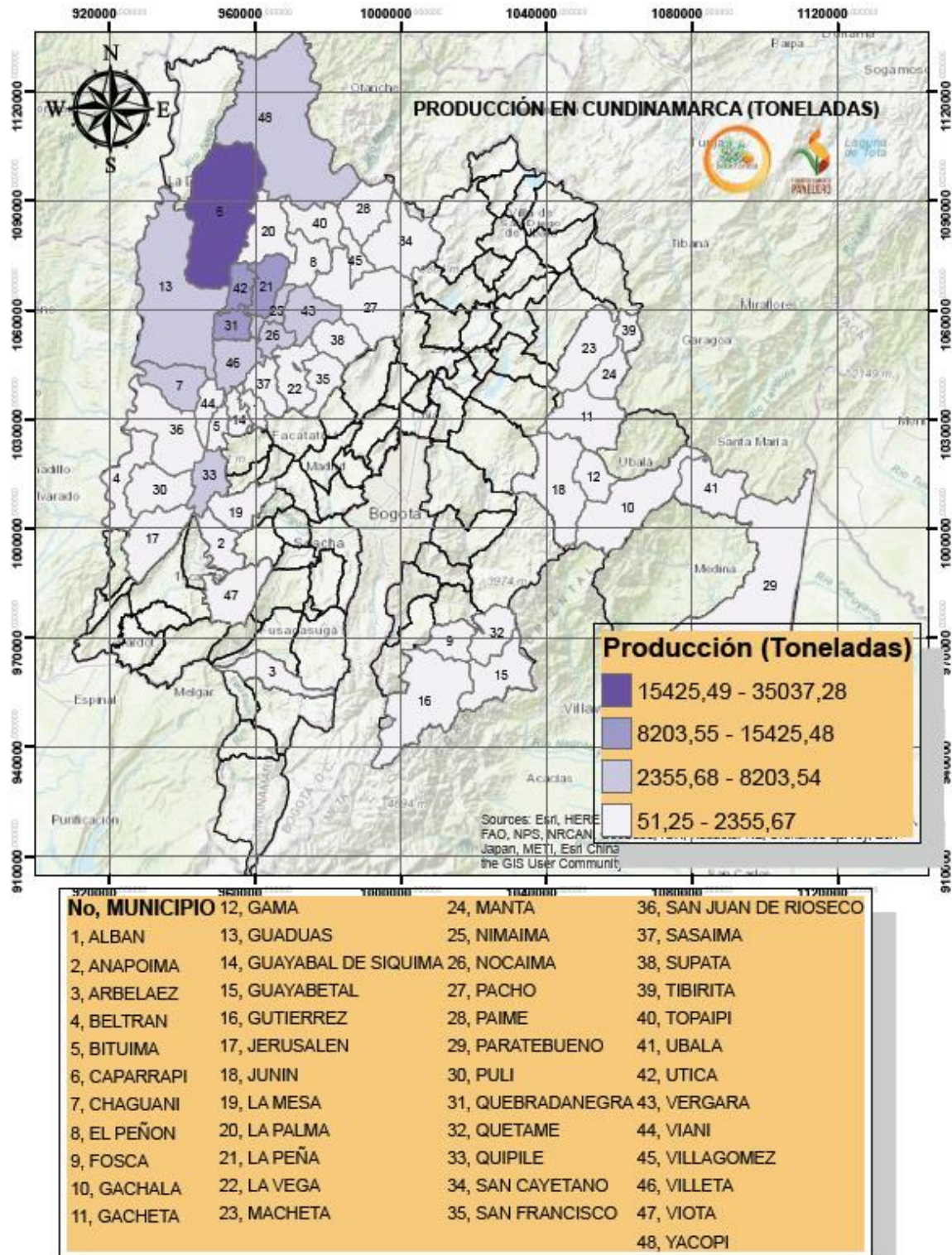
B. Áreas sembradas en Cundinamarca



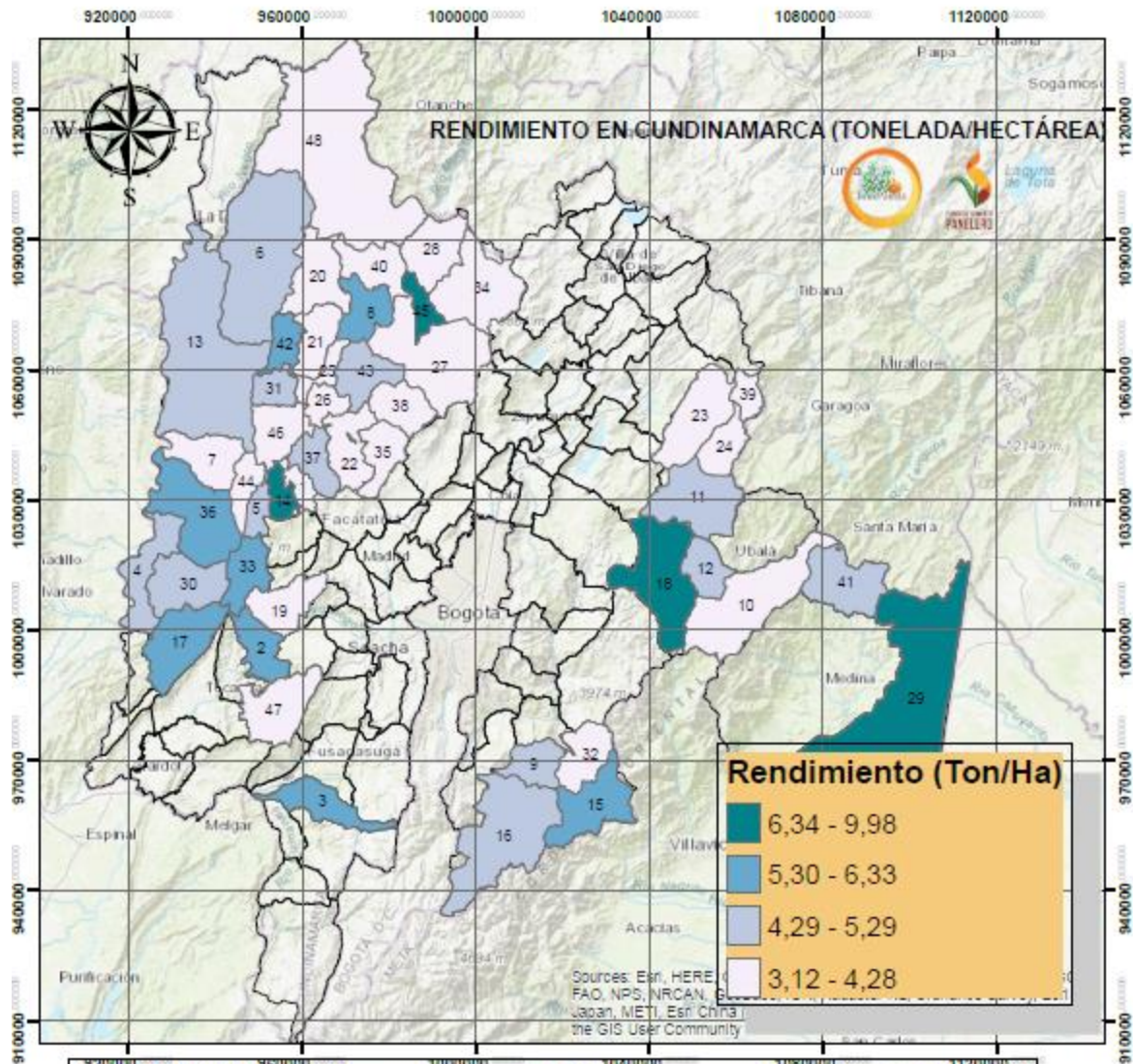
C. Áreas cosechadas en Cundinamarca



D. Producción en Cundinamarca



E. Rendimientos en Cundinamarca



No, MUNICIPIO	12, GAMA	24, MANTA	36, SAN JUAN DE RIOSECO
1, ALBAN	13, GUADUAS	25, NIMAIMA	37, SASAIMA
2, ANAPOIMA	14, GUAYABAL DE SIQUIMA	26, NOCAIMA	38, SUPATA
3, ARBELAEZ	15, GUAYABETAL	27, PACHO	39, TIBIRITA
4, BELTRAN	16, GUTIERREZ	28, PAIME	40, TOPAÍPI
5, BITUIMA	17, JERUSALEN	29, PARATEBUENO	41, UBALA
6, CAPARRAPI	18, JUNIN	30, PULI	42, UTICA
7, CHAGUANI	19, LA MESA	31, QUEBRADANEGRA	43, VERGARA
8, EL PEÑON	20, LA PALMA	32, QUETAME	44, VIANI
9, FOSCA	21, LA PEÑA	33, QUIPILE	45, VILLAGOMEZ
10, GACHALA	22, LA VEGA	34, SAN CAYETANO	46, VILLETA
11, GACHETA	23, MACHETA	35, SAN FRANCISCO	47, VIOTA
			48, YACOPI

F. Costos de producción en Cundinamarca

Los costos aquí presentados son costos de producción del año 2019 que incluyen cultivo nuevo, proceso de elaboración y comercialización básica. Para productores informales sin ningún tipo de seguridad social, ya que esta es la situación predominante en el país. De esta información podemos resaltar: el valor promedio del costo por kilo de panela en el país es de \$2.150, el promedio de jornales por hectárea es de 287, lo que nos da un promedio de 0.03 jornales por kilo de panela producida.

COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA CON CULTIVO 2019 SIN SEGURIDAD SOCIAL														
DEPARTAMENTO	PRODUCCION TON/HA	ACTIVIDAD	MANO DE OBRA			INSUMOS		TRANSPORTE		OTROS GASTOS		VALOR TOTAL	%	VALOR KILO
			VALOR	JORNALES	%	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%			
ANTIOQUIA	7.8	CULTIVO	6,957,362	174	52.51	4,461,652	33.67	1,505,149	11.36	326,025	2.46	13,250,188	100	2,353
		PROCESO	2,390,259	60	53.84	1,249,477	28.15	38,688	0.87	760,725	17.14	4,439,149	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	-	-	-	380,363	56.96	287,445	43.04	667,808	100	
		TOTALES	9,347,621	234		5,711,129	62	1,924,200		1,374,195		18,357,145		
BOYACA	12	CULTIVO	9,012,014	210	57.67	5,903,092	37.77	625,696	4.00	86,940	0.56	15,627,742	100	2,232
		PROCESO	7,959,129	185	75.85	1,553,036	14.80	102,372	0.98	878,456	8.37	10,492,993	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	-	-	-	380,363	56.96	287,445	43.04	667,808	100	
		TOTALES	16,971,143	395		7,456,128		1,108,431		1,252,841		26,788,543		
CALDAS	8	CULTIVO	6,939,110	188	64	3,186,765	29.57	374,325	3.47	276,854	2.57	10,777,054	100	2,162
		PROCESO	2,451,400	66	42.87	2,540,304	44.42	80,955	1.42	645,750	11.29	5,718,409	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	-	-	-	588,000	73.30	214,200	26.70	802,200	100	
		TOTALES	9,390,510	254		5,727,069		1,043,280		1,136,804		17,297,663		
CAQUETA	7.5	CULTIVO	8,267,703	207	69.33	3,172,850	26.61	397,139	3.33	86,688	0.73	11,924,380	100	2,273
		PROCESO	2,264,105	57	51.70	1,494,620	34.13	111,286	2.54	509,292	11.63	4,379,303	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	-	-	-	433,440	58.14	312,077	41.86	745,517	100	
		TOTALES	10,531,808	263		4,667,470		941,865		908,057		17,049,200		
CAUCA	7.7	CULTIVO	8,440,070	216	73.25	2,046,944	17.77	958,896	8.32	76,146	0.66	11,522,056	100	2,088
		PROCESO	2,753,066	71	70.57	966,857	24.78	50,860	1.30	130,536	3.35	3,901,319	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	-	-	-	365,501	56.00	287,179	44.00	652,680	100	
		TOTALES	11,193,136	287		3,013,801		1,375,257		493,861		16,076,055		
CUNDINAMARCA	8	CULTIVO	9,805,085	218	72.69	3,095,685	22.95	377,475	2.80	210,000	1.56	13,488,245	100	2,299
		PROCESO	2,399,900	53	55.34	776,250	17.90	-	-	1,160,250	26.76	4,336,400	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	-	-	-	336,000	59.26	231,000	40.74	567,000	100	
		TOTALES	12,204,985	271		3,871,935		713,475		1,601,250		18,391,645		
HUILA	11.5	CULTIVO	9,387,420	235	62.13	4,432,388	29.33	1,090,425	7.22	199,500	1.32	15,109,733	100	2,156
		PROCESO	5,647,490	141	62.54	3,171,840	35.12	85,176	0.94	126,000	1.40	9,030,506	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	0.00	-	-	422,625	65.18	225,750	34.82	648,375	100	
		TOTALES	15,034,910	376		7,604,228		1,598,226		551,250		24,788,614		
NARIÑO	11.4	CULTIVO	9,025,787	301	65.97	3,136,568	22.93	1,308,405	9.56	210,000	1.54	13,680,760	100	1,789
		PROCESO	3,710,060	124	58.27	995,272	15.63	86,399	1.36	1,575,000	24.74	6,366,731	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	-	-	-	239,400	68.97	107,729	31.03	347,129	100	
		TOTALES	12,735,847	425		4,131,840		1,634,204		1,892,729		20,394,620		
N. SANTANDER	9.3	CULTIVO	10,126,942	253	68.70	3,837,858	26.04	390,285	2.65	385,875	2.62	14,740,960	100	2,281
		PROCESO	3,624,570	91	65.89	1,150,933	20.92	64,320	1.17	661,500	12.02	5,501,323	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	-	-	-	555,660	57.01	418,950	42.99	974,610	100	
		TOTALES	13,751,512	344		4,988,791		1,010,265		1,466,325		21,216,893		
QUINDIO	10	CULTIVO	8,815,770	232	66.01	3,413,430	25.56	1,031,100	7.72	94,500	0.71	13,354,800	100	1,959
		PROCESO	3,038,500	80	53.64	1,482,249	26.17	167,081	2.95	976,500	17.24	5,664,330	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	-	-	-	288,750	50.93	278,251	49.07	567,001	100	
		TOTALES	11,854,270	312		4,895,679		1,486,931		1,349,251		19,586,131		
RISARALDA	10	CULTIVO	9,026,596	226	73.25	2,484,687	20.16	773,220	6.27	38,661	0.31	12,323,164	100	1,826
		PROCESO	3,225,692	81	66.19	1,021,466	20.96	-	-	625,922	12.84	4,873,080	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	0.00	-	-	735,664	69.43	323,925	30.57	1,059,589	100	
		TOTALES	12,252,288	306		3,506,153		1,508,884		988,508		18,255,833		

SANTANDER	11.5	CULTIVO	10,166,615	248	61.06	4,559,589	27.38	1,719,480	10.33	204,750	1.23	16,650,434	100	2,219
		PROCESO	3,219,780	79	40.35	1,606,160	20.13	287,548	3.60	2,866,500	35.92	7,979,988	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	0.00	-	0.0	426,300	48.13	459,371	51.87	885,671	100	
		TOTALES	13,386,395	326		6,165,749		2,433,328		3,530,621		25,516,093	-	
TOUMA	7	CULTIVO	8,155,867	194	79.88	1,509,658	14.79	460,005	4.51	84,000	0.82	10,209,530	100	2,199
		PROCESO	2,585,094	62	60.45	1,038,229	24.28	64,922	1.52	588,000	13.75	4,276,245	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	0.00	-	0.00	714,000	78.77	192,443	21.23	906,443	100	
		TOTALES	10,740,961	256		2,547,887		1,238,927		864,443		15,392,218	-	
VALLE	8	CULTIVO	7,266,355	165	66.70	3,166,037	29.06	295,991	2.72	166,163	1.53	10,894,546	100	2,267
		PROCESO	3,713,883	84	57.13	2,419,133	37.22	90,282	1.39	276,938	4.26	6,500,236	100	
		COMERCIALIZACION	-	-	0.00	-	0.00	368,881	50	368,880	50.00	737,761	100	
		TOTALES	10,980,238	250		5,585,170		755,154		811,981		18,132,543	-	
PROMEDIOS	9.3		307							19,803,085		2,150		
JORNALES POR KILO DE PANELA	0.03													