UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE RESIDUOS DE LA CAÑA PANELERA EN LA PROVINCIA DE PASTAZA SOBRE LA BASE DE UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

AUTOR(ES):

María José Villacres Villavicencio

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Juan Elías González

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Cumplió con los requisitos
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Cumplió con los requisitos
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	Cumplió con los requisitos
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Cumplió con los requisitos
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	13/15	Los autores efectuaron los cambios sugeridos en la revisión. Sim embargo, en estos momentos no se aprecia como se estimaron el potencial de residuos de la caña panelera en Pastaza. Solamente contiene como se obtuvo la información bibliográfica

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	22/25	Los autores efectuaron los cambios sugeridos en la revisión. Sim embargo, e mantienen los resultados poco coherentes. No es posible que una panelera produzca más panela y residuos que 20 paneleras, sin mostrar argumentos que sustente estos resultados.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Cumplió con los requisitos
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Cumplió con los requisitos
VALORACIÓN TOTAL	95/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	95

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
AMAURY PEREZ

Amaury Pérez Martínez
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 06 días del mes de agosto de 2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	El titulo cumple con los requerimientos
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	El resumen es coherente y brinda la suficiente información al lector.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	19/20	Se sugiere no resaltar el texto
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	14/15	La numeración de los epígrafes no es muy clara se presenta un anexo 6.1 sin tener nunca un anexo 6 precedente
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	14/15	No se ofrece información sobre el material recopilado ni de las palabras utilizadas ni de los portales científicos visitados

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	23/25	La presentación de resultados podría ser más sistematizada, por ejemplo no se puede comparar la producción de un recinto con la de una parroquia pues no son el mismo ordenamiento territorial.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	9/10	La conclusión podría ser más clara
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Las referencias cumple con los requerimientos de las normas
VALORACIÓN TOTAL	94/100	Se recomienda aprobar el trabajo investigativo

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	**X**
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	Noventa y cuatro puntos (94)

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
VICENTE FABRICIO DOMINGUEZ NARVAEZ

Ing. Vicente Fabricio Domínguez Narváez MSC.
DOCENTE PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 8 días del mes de Agosto de 2022

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Puyo, 3 de agosto del 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: María José Villacrés Villavicencio, con C.I. 1600648982, con el Tema: "Estimación del potencial de residuos de la caña panelera en la provincia de Pastaza sobre la base de una revisión bibliográfica", de la carrera de Ing. Agroindustrial. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, MSC. Juan Elías González, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 0 %, Informe generado con fecha 3 de agosto del 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
JUAN ELIAS GONZALEZ RIVERA

MSC. Juan Elías González Rivera

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	TIC- VILLACRES VILLAVICENCIO MARIA JOSE.docx (D142642492)
Submitted	8/4/2022 1:00:00 AM
Submitted by	JUAN GONZALEZ
Submitter email	jgonzalez@uea.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	juan.gonzalez.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612022000200035&script=sci_arttext&tlng=en Fetched: 8/4/2022 1:01:00 AM	1	
W	URL: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612008000100001&nrm=iso Fetched: 8/4/2022 1:02:00 AM	1	

Estimación del potencial de residuos de la caña panelera en la provincia de Pastaza sobre la base de una revisión bibliográfica

María José Villacres 1[1]
agi2017114@uea.edu.ec
Juan Elías González 2[2]
jgonzalez@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agroindustrial (1)

Resumen

En Ecuador la industria panelera se realiza en casi todas las provincias, siendo Pastaza la mayor productora de caña de azúcar en la región amazónica con 82.749 has. Los tres principales residuos de las paneleras son bagazo, bagacillo y cachaza. Estos residuos representan un gran impacto al medio ambiente si no son tratados de manera adecuada, por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue determinar el potencial agroindustrial de los residuos generados en las paneleras en la provincia de Pastaza. La metodología empleada para realizar el trabajo fue una investigación documental sustentada por el método PRISMA, el cual consiste de 4 etapas: la identificación, cribado, elegibilidad e incluidos. Se identificaron 73 paneleras en los recintos, parroquias, ciudades y cantones en la región, siendo la especie más cultiva la POJ93 (limeña). Existe una productividad de 55T/ha de caña de azúcar. Se estableció un porcentaje de extracción de jugo de caña del 47%-54%, mientras en los residuos se asumió un rendimiento para el bagazo de 45,3%-52,2%, en el bagacillo de 3,7%-6,3% y en la cachaza de 3,5%-5,22%. La productividad del jugo de caña es del 14% con relación a la panela. Los subproductos generados se pueden emplear para la obtención de ácido cítrico a partir del bagazo, mientras tanto del bagacillo se produce compostaje y de la cachaza se elabora bioetanol y cera. Los desechos tienen un gran potencial agroindustrial, aproximadamente existen un 52,2% de bagazo, 6,3% de bagacillo y 5,2% de cachaza en la industria panelera. Se reconoció 35.52 t de bagazo en el recinto San Jacinto, 1,99 t de bagacillo en la parroquia San Francisco de Punin y 1,69 t de cachaza en la panelera de San Jacinto.

Palabras Clave: bagazo, bagacillo, cachaza, producción, rendimiento.

Abstract

In Ecuador, the panela industry is carried out in almost all provinces, with Pastaza being the largest producer of sugar cane in the Amazon region with 82,749 hectares. The three main residues of the paneleras are bagasse, bagacillo and cachaza. These residues represent a great impact on the environment if they are not treated properly, therefore, the objective of this work was to determine the agribusiness potential of the residues generated in the paneleras in the province of Pastaza. The methodology used to carry out the work was documentary research supported by the PRISMA method, which consists of 4 stages:

identification, screening, eligibility and inclusion. 73 paneleras were identified in the precincts, parishes, cities and cantons in the region, the most cultivated species being POJ93 (Lima). There is a productivity of 55T/ha of sugarcane. A percentage of extraction of cane juice of 47%-54% was established, while in the residues a yield was assumed for the bagasse of 45.3%-52.2%, in the bagacillo of 3.7%- 6.3% and in the cachaza from 3.5%-5.22%. The productivity of cane juice is 14% in relation to panela. The by-products generated can be used to obtain citric acid from bagasse, meanwhile composting is produced from bagacillo and bioethanol and wax are produced from cachaza. The waste has a great agro-industrial potential, there are approximately 52.2% bagasse, 6.3% bagacillo and 5.2% cachaza in the panela industry. 35.52 t of bagasse were recognized in the San Jacinto enclosure, 1.99 t of bagacillo in the San Francisco de Punin parish and 1.69 t of cachaza in the San Jacinto panelera.

***Keywords**:* bagasse, bagacillo, cachaza, production, performance.

1 INTRODUCCIÓN

La producción en la industria panelera en América Latina es aproximadamente de 13 millones de toneladas anuales (Quezada et al., 2018), En nuestro país Ecuador la mayoría de provincias producen caña de azúcar, existen 82.749 hectáreas destinadas a la producción y alrededor de 42.606 hectáreas para otras siembras (Vivas, 2003). En la región Amazónica el cultivo se utiliza para diferentes productos agroindustriales como panela (bloques y granulada), miel y etanol; siendo el primordial ingreso económico agrícola de la provincia. Según Aguiar et al. (2021), en el cantón Pastaza y sus alrededores hay 73 fábricas de panela, 23 destilerías de alcohol artesanal, de las cuales la melaza y el bagazo son los principales desechos orgánicos.

En la industria panelera los residuos agroindustriales generados son: cachaza, melaza y bagazo. La cachaza contiene 14% de sacarosa, 12.2% de nitrógeno, 22% oxido de fosforo, 22,5% oxido de potasio y el 29,3% sobrante de otros elementos (Prado-Reyes, 2018). La melaza está compuesta por 35% de sacarosa, 7% glucosa, 4.5% de compuestos nitrogenados, 5% de compuestos no nitrogenados, y 51,5% de otros componentes, se considera a este residuo con un gran valor alimentario para los animales (Vega-Baudrit et al., 2008). El bagazo de la caña de azúcar está constituido de 20% de lignina, 25% de hemicelulosa, de 50% de celulosa, y el 5% restante de otros elementos (Casco-Méndez et al., 2022). Normalmente, los polisacáridos de la hemicelulosa y celulosa no están disponibles por causa del fuerte efecto protector de la lignina, es por ello que necesita un tratamiento para transformarles a azucares monosacáridos (fructosa, glucosa, xilosa) y consecuentemente utilizarlos para la fermentación. (Casco-Méndez et al., 2022).

Durante muchas décadas la industria panelera ha llevado a cabo los procesos de manera artesanal, sin valor agregado al producto y no han realizado cambios importantes en sus técnicas de producción (Cerda-Mejía et al., 2021). En el cantón Pastaza y sus alrededores,

dichos equipos utilizados en la extracción del jugo de la caña de azúcar, se lo conoce como trapiche, además, que implica una secuencia de procedimientos tradicionales empleados por el micro productor (Alvarán & Gómez, 2012). El daño que causa los desechos orgánicos, debido a la inapropiada obtención de la panela ya que es perjudicial para el medio ambiente, otra problemática es la contaminación atmosférica, originada de incinerar la leña y el bagazo en el proceso de combustión, así también la modificación de los componentes del agua a causa del mal manejo de los residuos como la cachaza y desgaste de los compuestos edáficos por el derramamiento directo al suelo (Gonzalez-Rivera, 2013).

Actualmente en la provincia de Pastaza la caña de azúcar, constituye un ingreso económico fundamental a través de sus derivados, generando empleos a cientos de familias a lo largo y ancho de la provincia, la producción de la industria panelera en la región se realiza de manera artesanal lo cual representa un inadecuado tratamiento de los subproductos generados, por lo que es una necesidad las aplicaciones tecnológicas desde la obtención de la materia prima, la transformación y finalmente la comercialización (Ruge Ruge & Pérez Holguín, 2017).

Es importante reconocer la problemática que conlleva los residuos para mantener un equilibrio ambiental en la región, según Núñez-Camargo (2012), los desechos que se generan por los procesos de transformación natural de la caña de azúcar, también conforman biomasa, la cual es una opción factible de energía alternativa inofensiva con el ecosistema y conforma una fuente de energía renovable; para conocer la energía que tiene la biomasa se debe estimar la cantidad de potencial de los residuos. El principal subproducto generado de la caña de azúcar es el bagazo. Algunos procesos tecnológicos para el aprovechamiento de este desecho es la obtención del ácido cítrico, bioetanol, aglomerados, pulpa kraft, bioplásticos, etc. (Vanegas-Salazar, 2016).

El objetivo del presente trabajo fue determinar el potencial agroindustrial de los residuos generados en las paneleras en la provincia de Pastaza.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Investigación Documental

El presente trabajo se realizó a través de una investigación documental. Este tipo de investigación según Gomez (2010), implica el uso de textos y documentos como material de origen: publicaciones gubernamentales, periódicos, certificados, publicaciones de censos, videos e innumerables fuentes escritas, visuales y pictóricas en papel, electrónicas u otra copia impresa, mientras el análisis de la información se realizó con la metodología PRISMA (figura 2.1)

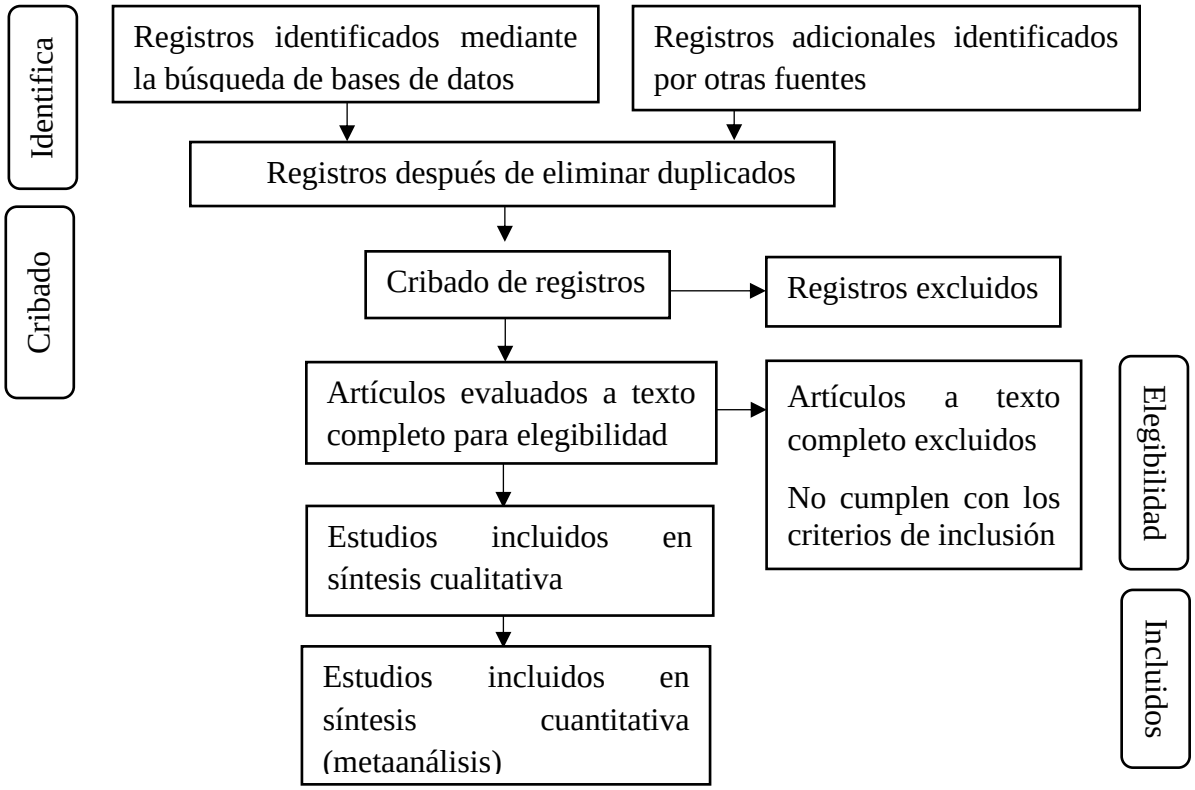


Figura 2.1. Diagrama PRISMA

Fuente: (Ochoa, 2017).

Según Liberati et al. (2009), la metodología PRISMA consiste en realizar una búsqueda en diferentes bases de datos a través de criterios de elegibilidad para lo cual se emplean cuatro etapas: la primera etapa consiste en la identificación de la información, la segunda etapa es el cribado en donde se selecciona los documentos que serán sometidos al siguiente proceso de elegibilidad y por último es la etapa de incluidos en la que se procede a realizar la síntesis de la información. En la tabla 2.1 se muestra los pasos secuenciales del método PRISMA.

Tabla 2.1. Descripción y aplicación del método PRISMA

Etapa	Descripción	Aplicación

1	Identificación	Se identifica información científica mediante palabras clave respecto al tema.	Se consideraron documentos en inglés y español con fecha de publicación entre el año 2010 y 2022. Se definieron como palabras claves palabras al bagazo, bagacillo y cachaza
2	Cribado	Se realiza una búsqueda bibliográfica en base de datos con validez científica.	Mediantes las palabras claves seleccionadas se realizó la búsqueda de la información en base de datos como Redalyc, Google Academico, Scielo.
3	Elegibilidad	Se guardara la información requerida en carpetas de acuerdo al criterio de elegibilidad como idioma, año y estado de publicación.	Se consideraron documentos en inglés y español con fecha de publicación entre el año 2010 y 2022. La información de la etapa anterior se guardó en carpetas según el residuo, bagazo, bagacillo y cachaza respectivamente.
4	Incluidos	Se determina la síntesis de la información para ser incorporada al documento. Se establece de maneraautilizar en los resultados y cualitativa o cuantitativa lasdiscusiones. variables de estudio.	Se sintetizo la información mediante tablas, ecuaciones y gráficos para posteriormente Las variables medibles fueron la generación de residuos en la industria panelera.

Fuente: Adaptado de (Liberati et al., 2009)

2.2 Localización y base de datos

El estudio se llevó a cabo en la provincia de Pastaza, en los cantones Pastaza, Mera, Arajuno y Santa Clara; están situadas en la región Amazónica de Ecuador, existen 73 paneleras en el campo geográfico estudiado, de donde se obtuvo la información necesaria para la revisión literaria de los diferentes residuos producidos en cada una de ellas (GADPP, 2017).

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Producción de la industria panelera

Según Carvajal-Padilla et al. (2021), Pastaza engloba una considerable e importante rentabilidad de caña azúcar aproximadamente 4500 ha, representa el 54% a nivel regional, con una producción de 55T/ha. La principal especie cultivada de la caña de azúcar es la POJ93 (limeña), se considera que la caña de azúcar se distribuye 40% para panela, 30% para agua ardiente y el 30% sobrante para caña de fruta; teniendo un rendimiento del 10% en la elaboración de panela, además se consideran otros factores que pueden afectar a la productividad como enfermedades, plagas, tecnología y carencia de vías de comunicación.

En la provincia de Pastaza el recinto de las Américas produce 742,000 ha, en el recinto Amazonas-Libertad 371,000 ha y en el cantón Mera 37,000 ha (tabla 3.1) producen derivados de la caña de azúcar como la panela, miel y aguardiente. El mercado de la caña conforma uno de los ingresos económicos más relevantes en el sistema financiero del agricultor, además el desarrollo que se ha originado a través de los años en la industria panelera, brinda grandes oportunidades para la realización de proyectos innovadores. (Olmedo-Junco et al., 2006).

Tabla 3.1. Número de hectáreas por RPCC de la producción cañera

No.	RPCC	Ha	Pnls
1	Las Américas	742,000	20
2	Amazonas-Libertad	371,000	20
3	TNT. Hugo Ortiz	445,200	5
4	Fátima	92,750	
5	San Fco. De Punin	185,500	1
6	San Pedro de Punin	148,400	1
7	San Jorge	92,750	1
8	Cajabamba	74,200	
9	Mariscal	92,750	
10	San Ramon	18,550	
11	Esfuerzo 1-2	29,680	1
12	Jatun Paccha	37,100	1
13	10 de Agosto	222,600	2
14	Triunfo	74,200	
15	Tarqui	556,500	15
16	San Jacinto	185,500	1
17	Guagrayacu	166,950	
18	Rio Chico	55,650	
19	Madre Tierra	185,500	
20	Veracruz	185,500	2
21	Vencedores	92,750	1
22	Yantana	55,650	1
23	Rio Azul	37,100	
24	Sucre	55,650	1

25	Tashapi	37,100	
26	Taculin	55,650	
27	Pomona	55,650	
28	Puyo	74,200	
29	Santa Rosa	37,100	
30	Mera	37,100	
	Total	4500,230	73

Dónde: Recinto, parroquia, ciudad, cantón (RPCC), ha (hectáreas), pnls (paneleras) y Q (cantidad)

Fuente: adaptado de GADPP (2017).

En la tabla 3.1 se encuentra el número de hectáreas por RPCC de la producción cañera, lo que nos permitió determinar el rendimiento (ecuación 1) en base a la siguiente referencia del rango 52-62 t/ha según lo expuesto por Gonzalez-Rivera (2013).

La determinación de la cantidad de producción por hectáreas según las RPCC se calculó mediante la ecuación 1.

$$Q_{anual}t = (Nº\ de\ ha) * \left((52 - 62)\frac{tonelada}{Nº\ de\ ha}\right) \quad (1)$$

Uno de los principales cultivos en el Ecuador es la caña de azúcar, considerando tanto la superficie cultivada como el valor producido y la cantidad de empleos directos generados. En Pastaza se produce mayores cultivos de caña en comparación con el resto de provincias amazónicas (Cartay-Ángulo et al., 2018). En la figura 3.1 se muestra la producción anual en donde el recinto Las Américas produce el mayor cultivo de caña, se puede analizar que la producción está relacionada con el número de hectáreas del cultivo.

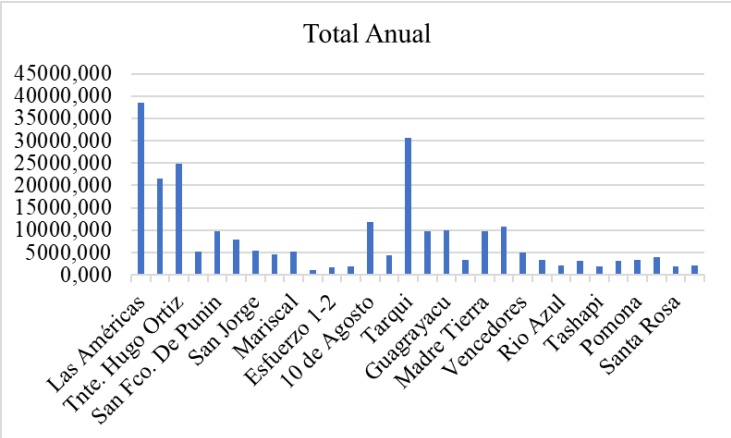


Figura 3.1. Producción anual en las RPCC de Pastaza

El rendimiento de la producción cañera de Pastaza es inferior si lo comparamos con la provincia de Loja, el cual representa 9,868 has sembradas, con una producción total de 1.432.926 ton (Iñiguez et al., 2018). Esta diferencia entre las provincias se debe a varios factores como el desconocimiento agropecuario del productor, plagas y falta de políticas regionales que ayuda a fomentar una adecuada producción de caña. Además el rendimiento

en comparación con el último censo agropecuario (SIPA, 2000) es menor, el motivo de esta diferencia es la productividad de la caña durante estos 20 años.

3.2 Producción panelera

La producción del mes de la materia prima (MP) en la industria panelera se calculó dividiendo el total de producción anual para 12 meses que tiene el año (ecuación 2). El resultado de la producción del mes en las distintas paneleras se muestra en la tabla 3.2.

$$Q_{mes}\, t = \frac{(\frac{ha}{año})}{(\frac{12\ meses}{año})} \quad \textbf{(2)}$$

Tabla 3.2. Numero de centrales paneleras y su producción mensual

No.	Parroquias/recintos	ha/año (2021)	pnls	Q. (t) Mensual (MP)
1	Las Américas	742,000	20	3215,33
2	Amazonas-Libertad	371,000	20	1793,17
3	Tnte. Hugo Ortiz	445,200	5	2077,60
4	San Fco. De Punin	185,500	1	819,29
5	San Pedro de Punin	148,400	1	655,43
6	San Jorge	92,750	1	456,02
7	Esfuerzo 1-2	29,680	1	148,40
8	Jatun Paccha	37,100	1	160,77
9	10 de Agosto	222,600	2	983,15
10	Tarqui	556,500	15	2550,63
11	San Jacinto	185,500	1	819,29
12	Veracruz	185,500	2	896,58
13	Vencedores	92,750	1	409,65
14	Yantana	55,650	1	273,61
15	Sucre	55,650	1	255,06
	Total	4500,230	73	15513,98

Dónde: pnls (paneleras) y Q (cantidad)
Fuente: adaptado de GADPP (2017).

El rendimiento de la producción de panela determinada concuerda con lo expuesto por Pomavilla-Guaminga (2018). El rendimiento corresponde a 10% con respecto a la masa inicial de la caña de azúcar, el 90% restante corresponde a los residuos y al agua evaporada. En la parroquia San Francisco de Punin se visualiza una cantidad de t, seguido del recinto San Jacinto con 819,29 t, mientras en el recinto Amazonas- Libertad se visualiza la menor producción con 1793,17 t (figura 3.2A).

Para identificar la producción del día se tomó como referencia que se trabaja 3 días por semana, dando como resultado 12 días laborables al mes. La determinación de la extracción de jugo de caña se realizó de acuerdo a lo expuesto por Gonzalez-Rivera (2013) con un porcentaje de extracción del jugo entre el 47%-54%. En la tabla 3.3 se muestra la producción del día/t de MP y el jugo caña (JC) obtenido. La ecuación 3, permite calcular la

cantidad de JC.

$$JC_t = Q_{dia}t * (\%\ Ext.JC) \quad \textbf{(3)}$$

Tabla 3.3. Número de cantidad de producción del día/ toneladas

No.	Parroquias/recintos	No. Panls	Q día/t	% ext. JC	JC (t)
1	Las Américas	20	13,397	52,540	7,04
2	Amazonas-Libertad	20	7,472	52,420	3,92
3	Tnte. Hugo Ortiz	5	34,627	54,700	18,94
4	San Fco. De Punin	1	68,274	51,240	34,98
5	San Pedro de Punin	1	54,619	47,770	26,09
6	San Jorge	1	38,002	49,250	18,72
7	Esfuerzo 1-2	1	12,367	53,420	6,61
8	Jatun Paccha	1	13,397	48,160	6,45
9	10 de Agosto	2	40,965	52,420	21,47
10	Tarqui	15	14,170	52,790	7,48
11	San Jacinto	1	68,274	47,970	32,75
12	Veracruz	2	37,358	51,570	19,27
13	Vencedores	1	34,137	52,010	17,75
14	Yantana	1	22,801	48,890	11,15
15	Sucre	1	21,255	50,530	10,74
	Total	73	481,115		243,36

Dónde: panls (paneleras), ext. JC (Extracción del jugo de caña) y JC (jugo de caña).
Fuente: adaptado de GADPP (2017).

Se visualiza que en la parroquia San Fco. De Punin se obtiene la mayor cantidad de JC con 34,98 t, mientras en el recinto Amazonas- Libertad existe una baja cantidad de JC con 3.92 t.

3.3 Residuos de la agroindustria panelera

Se estableció una cantidad de residuos generados de bagazo, bagacillo y cachaza mediante lo propuesto por Cerda-Mejía et al. (2021) y Gonzalez-Rivera (2013) respectivamente; Se generaron números aleatorios para determinar los residuos mediante la distribución Beta, en el bagazo (bag) fue de 45,3%-52,2%, mientras en el bagacillo (bagc) de 3,7%-6,3% y por último en la cachaza (caz) de 3,5%-5,22%. En la tabla 3.4 se muestra los porcentajes generados en los residuos y la cantidad en toneladas de los mismos.

Se utilizó la ecuación 4, 5 y 6 para determinar la los residuos de bagazo, bagacillo y cachaza respectivamente.

$$bg_t = JC_t * (\%\ Ext.bg) \quad \textbf{(4)}$$
$$bgc_t = JC_t * (\%\ Ext.bgc) \quad \textbf{(5)}$$
$$caz_t = JC_t * (\%\ Ext.caz) \quad \textbf{(6)}$$

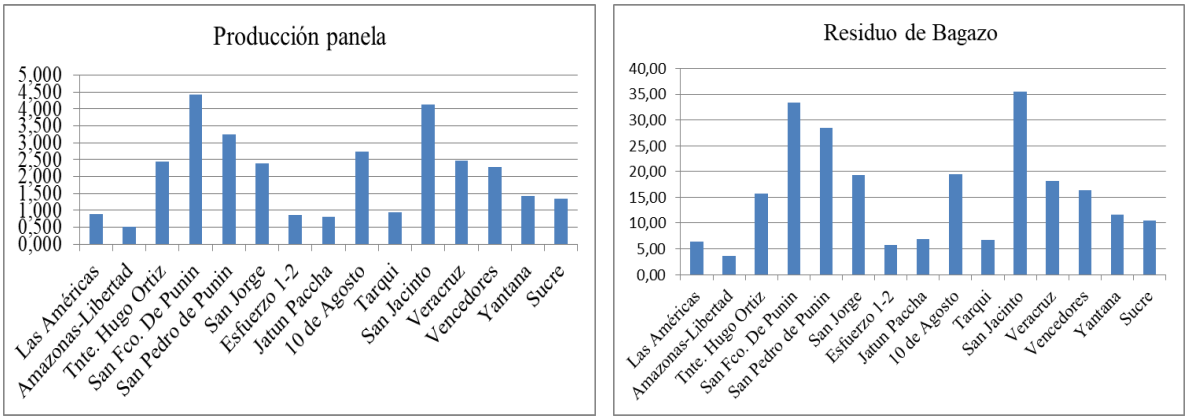
Tabla 3.4. Cantidad de residuo/toneladas procesadas

No.	Parroquias/recintos	%bag	%bagc	%caz	bag(t)	bagc(t)	caz(t)
1	Las Américas	47,460	5,950	3,510	6,36	0,42	0,25
2	Amazonas-Libertad	47,580	3,830	3,750	3,55	0,15	0,15
3	Tnte. Hugo Ortiz	45,300	3,850	4,410	15,69	0,73	0,84
4	San Fco. De Punin	48,760	5,690	4,070	33,29	1,99	1,42
5	San Pedro de Punin	52,230	6,390	4,840	28,53	1,67	1,26
6	San Jorge	50,750	4,170	4,580	19,29	0,78	0,86
7	Esfuerzo 1-2	46,580	3,780	3,800	5,76	0,25	0,25
8	Jatun Paccha	51,840	4,620	5,220	6,95	0,30	0,34
9	10 de Agosto	47,580	4,470	4,110	19,49	0,96	0,88
10	Tarqui	47,210	4,960	4,250	6,69	0,37	0,32
11	San Jacinto	52,030	4,860	5,170	35,52	1,59	1,69
12	Veracruz	48,430	3,800	4,130	18,09	0,73	0,80
13	Vencedores	47,990	4,100	3,890	16,38	0,73	0,69
14	Yantana	51,110	4,160	4,950	11,65	0,46	0,55
15	Sucre	49,470	5,700	4,770	10,51	0,61	0,51
	Total				237,76	11,74	10,81

Dónde: bagazo (bag), bagacillo (bagc) y cachaza (caz).
Fuente: adaptado de GADPP (2017).

3.3.1 Subproducto Bagazo

El bagazo es el residuo que mayor cantidad se produce durante la elaboración de la panela. En la región Amazónica, este residuo es utilizado como fuente de combustión de las calderas de concentración del jugo de caña. En la figura 3.2B se analiza la mayor concentración de bagazo en el recinto San Jacinto con 35,52 t seguido de la parroquia San Francisco de Punin con 28,53 t. El bagazo constituye la mayor fuente de contaminación, es por ello que se busca implementar la magnitud social y ambiental con el fin de crear nuevas ideas que mitigue las consecuencias perjudiciales hacia la naturaleza (Montes et al., 2018).



A B

Figura 3.2. Producción de panela (A) y residuos de bagazo (B)

Fuente: Elaboración propia

El principal inconveniente en el bagazo es el alto contenido de lignocelulosa el cual mantiene unido la celulosa (Pernalete et al., 2008). El bagazo se quema con una eficiencia energética muy baja para generar vapor y energía eléctrica que durante el proceso de recolección hace que se desperdicie, está constituido básicamente por lignina, hemicelulosa y celulosa (Parameswaran, 2009). Según Rabelo et al. (2015), existen varios factores que influyen en la composición del bagazo de caña de azúcar:

- el uso de fuego u otro método para remover la paja antes del corte;
- métodos de cosecha y carga que resulten en mayor o menor arrastre de tierra, arena y residuos vegetales, es decir, corte manual, mecánico, picado de caña, corte hasta incluir la punta, etc.;
- el tipo de suelo donde se sembró la caña de azúcar (latosoles, suelos arenosos y otros tipos de suelos); y
- diferentes procedimientos utilizados para la limpieza de la caña de azúcar.

El bagazo se puede emplear para producir ácido cítrico. En la figura 3.3 se muestra las etapas de producción, se inicia con el acondicionamiento del bagazo, después un pre tratamiento el cual consiste en una hidrolisis acida, básica y enzimática, en donde las tres hidrolisis convierte el bagazo en glucosa la cual debe ser fermentada mediante microorganismos (*Saccharomyces cerevisae*) (Vázquez & Dacosta, 2007), posteriormente se utiliza una etapa de separación y otra de purificación para producir ácido cítrico (Tuquerres Curipallo et al., 2020).

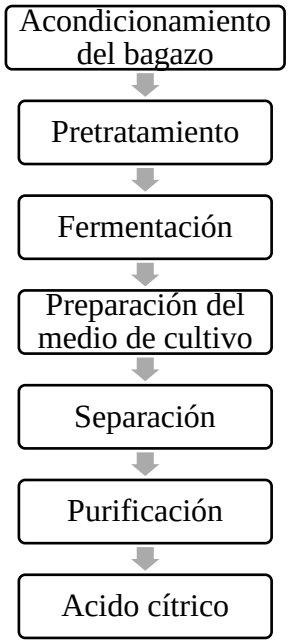


Figura 3.3. Diagrama de flujo de obtención del ácido cítrico

Fuente: (Tuquerres Curipallo et al., 2020)

Según Juárez et al. (2017) se utiliza al bagazo como compostaje para la producción del

hongo seta (*Pleurotus ostreatus*), luego de la cosecha del hongo seta el compostaje se puede incluir en la dieta diaria de los animales de granja debido a su gran valor nutricional. Mientras Zumalacárregui et al. (2015), emplea el bagazo para producir electricidad mediante la elaboración de etanol, además se utiliza la lignina de bagazo para producir biogás.

3.3.2 Subproducto bagacillo

El bagacillo se encuentra en la etapa unitaria de filtración del jugo de caña. Se considera un subproducto de la industria panelera con una constitución bajo de contenido de proteína cruda 3.95 % y elevados niveles de fibra 45.5 % (Cárdenas et al., 2008). En la figura 3.4A se muestra la mayor cantidad de bagacillo en la parroquia San Francisco de Punin con 1,99t, seguido del recinto San Pedro de Punin con 1,67t. El porcentaje de residuo de bagacillo no concuerda con el presente trabajo de Ferrer et al. (2002). La diferencia de rendimiento se debe a la eficacia de los molinos y filtros, ya que en la región se encuentran estas dos etapas desarrolladas de manera artesanal ocasionando un déficit en la producción.

La utilización de los desperdicios producidos en la industria panelera, específicamente el bagacillo pueden ser empleados para la elaboración de compostaje. La producción de compostaje inicia con la recepción de la materia prima (bagacillo) posteriormente se realiza el proceso de mezclado adicionando (10% melaza, 10% agua en una lapso de tiempo de 2 a 3 horas) en conjunto con microorganismos (*rhodospirillum rubrum*), luego la mezcla ingresa en un biorreactor aeróbico con aireación (2 a 3 horas) determinando a diario la temperatura, el pH y la humedad, obteniendo como producto final el compostaje de bagacillo (figura 5) (Chandler et al., 2007).

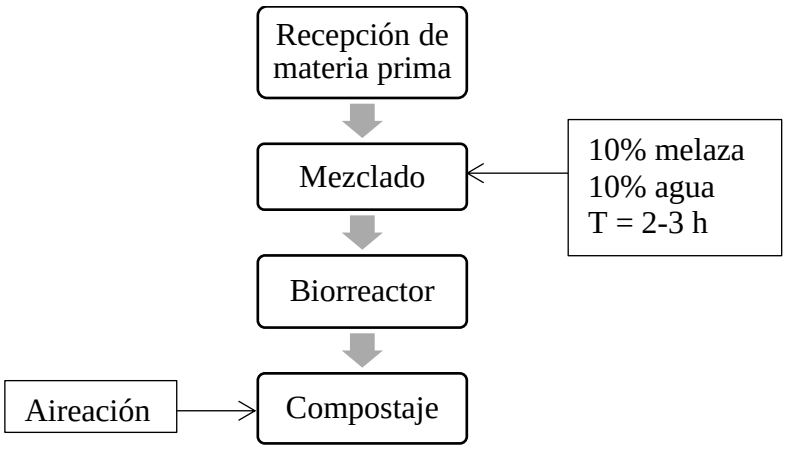


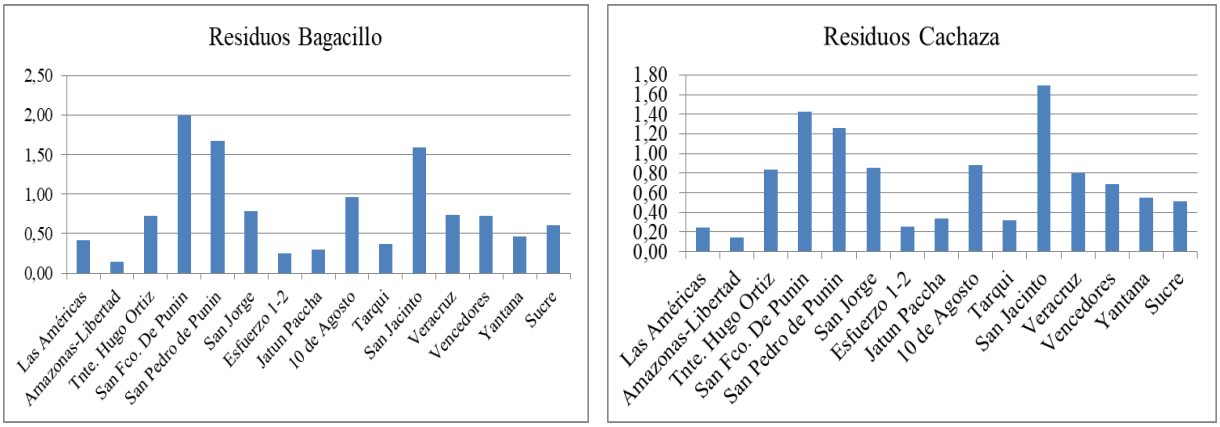
Figura 3.5. Diagrama de producción de compostaje a base de bagacillo.

Fuente: (Chandler et al., 2007)

3.3.3 Subproducto cachaza

La cachaza es un desecho agroindustrial que se obtiene de la clarificación del jugo de la

caña de azúcar y tiene un alto contenido de humedad (51,7 % en peso) y carbohidratos (41,1 % en peso), de los cuales el 28,5 % en peso son azúcares reductores (Sanchez et al., 2017). Por lo tanto, su uso en fermentación podría ser apropiado para la producción de bioetanol. En la figura 3.4B se puede observar la mayor cantidad de cachaza en el recinto San Jacinto con 1,69 t por el contrario del recinto Amazonas-Libertad con una cantidad de 0,15 t.



A B

Figura 3.4. Residuos de bagacillo (A) y residuos de la cachaza (B)

Fuente: Elaboración propia

El residuo de cachaza se puedo emplear para elaborar bioetanol. Según (Sanchez et al., 2017), el proceso inicia con la recepción de la cachaza con altas fuentes de carbohidratos y azúcar, posteriormente se desarrolla la activación de la levadura (Saccharomyces cerevisiae) seguidamente se procede a la preparación del inoculo, el siguiente paso comprende la fermentación de la cachaza en un reactor, finalmente la cachaza fermentada ingresa a un destilador para la obtención de bioetanol (figura 5).

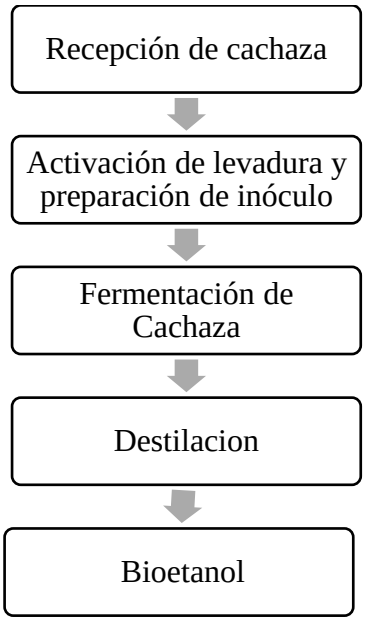


Figura 3.6. Diagrama de flujo de obtención del bioetanol a partir de la cachaza.

Fuente: (Sanchez et al., 2017)

Según Muñoz Solares (2019) otra aplicación de la cachaza es para la producción de cera que se extrae a partir del proceso de calentamiento del jugo de caña, mientras Forero et al. (2010) utiliza la cachaza como fertilizante por su capacidad de corrector del suelo aunque la capacidad fertilizante no ha sido estudiada muy detalladamente.

3.4 Panela en la región Pastaza

El jugo de caña se calculó mediante el rendimiento, expuesto en el trabajo Restrepo et al. (2017) en donde el 14% del jugo de caña concentrado es la panela y la diferencia es el agua evaporada durante el proceso de elaboración de la panela. En la tabla 3.5 se muestra la cantidad de jugo de caña concentrado y la producción de panela.

En la ecuación 8 se calculó la cantidad total de producción de panela:

$$P.P_t = JC.C_t * (\%\ Rendimiento.P.P) \quad \textbf{(8)}$$

Tabla 3.5. Jugo de caña concentrado y producción de panela.

No.	Parroquias/recintos	JC.C(t)	P.P(t)
1	Las Américas	3,187	0,446
2	Amazonas-Libertad	1,810	0,253
3	Tnte. Hugo Ortiz	8,688	1,216
4	San Fco. De Punin	15,785	2,210
5	San Pedro de Punin	11,581	1,621
6	San Jorge	8,539	1,195
7	Esfuerzo 1-2	3,053	0,427
8	Jatun Paccha	2,909	0,407
9	10 de Agosto	9,816	1,374

10	Tarqui	3,396	0,475
11	San Jacinto	14,733	2,063
12	Veracruz	8,869	1,242
13	Vencedores	8,168	1,144
14	Yantana	5,066	0,709
15	Sucre	4,808	0,673
	Total	110,406	15,457

Dónde: jugo de caña concentrado (JC.C) y producción de panela (P.P)
Fuente: adaptado de GADPP (2017).

3.5 Contaminación de los residuos generados en las centrales paneleras

Los residuos que producen las industrias paneleras en el país, conllevan a un sinnúmero de problemáticas, siendo uno de estos la contaminación del recurso hídrico a causa del despoje de agua con temperaturas elevadas y comprendido de biomasa general (bagazo, bagacillo y cachaza); de igual manera, ocasiona efectos negativos en la salud por la existencia de microorganismos dañinos, también a causa de la falta de tecnología para la elaboración del producto ocasiona una contaminación del aire (Dominguez-Manjarrez, 2014).

3.5.1 Contaminación hídrica

La elaboración de la panela en la región genera aguas residuales, las mismas que contaminan los recursos hídricos si no son tratadas previamente. Las fases unitarias del proceso en donde se generan las aguas residuales son: el lavado de la caña como evaporación y concentración del jugo de caña (Cárdenas Bocanegra, 2019). La contaminación hídrica se da principalmente por demanda bioquímica de oxigeno (tabla 3.6).

Tabla 3.6. Características de las aguas residuales de la producción de panela.

Tipo de trapiche	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	SST (mg/l)	pH	Temperatura (ºC)
Semiindustrial	48,075	63,779	1,507	5,03	33,5
Artesanal	33,730	37,007	1,072	5,04	33,3
Limite admisible	500	900	200	6-9	40

Dónde: Demanda Bioquímica Oxigeno (DBO), Demanda Química de Oxigeno, Solidos Suspendidos Totales.

Fuente:(Cárdenas Bocanegra, 2019)

3.5.2 Contaminación atmosférica

En la región el principal uso del bagazo consiste en usarlo como fuente de combustión durante la evaporación y concentración. La problemática de este uso es la liberación de contaminantes a la atmosfera (óxidos de carbono y óxidos de nitrógeno). Entre otros componentes están el zinc, arsénico, mercurio, óxidos de azufre, hidrocarburos aromáticos etc (Gonzalez & Zuñiga, 2021). En la tabla 3.7 se muestra los gases generados durante la combustión del bagazo.

Tabla 3.7. Contaminantes atmosféricos en la industria panelera.

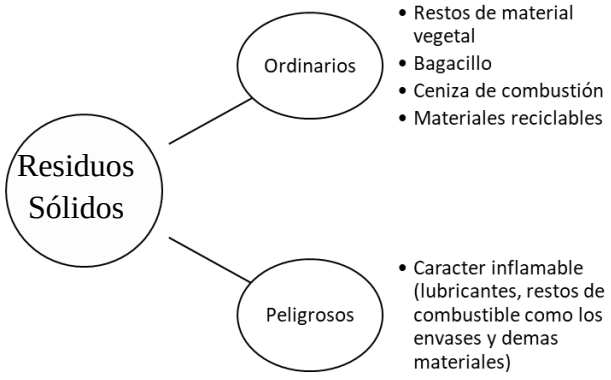
Combustible	Contaminante	Trapiche semiindustrial	Trapiche artesanal
Bagazo	CO_2(kg/ton de producto)	550-727	692-732
	NO_2(g/ton de producto)	1,834-2,428	2,314-2,446
	CO_2(g/ton de producto)	18,3-24,3	23,1-24,4
	CH_4(g/ton de producto)	550-729	694,1-733,8
	MP(g/ton de producto)	1,937-2,564	2,443-2,583

Fuente: (Gonzalez & Zuñiga, 2021)

3.5.3 Contaminación de suelo

La contaminación del suelo se ve perjudicada por el vertimiento de aguas residuales ocasionando un desequilibrio en la biótica de la región. El suelo se considera un eslabón principal en el desarrollo y la vida de los seres vivos, por lo tanto, su alteración provoca daños irreversibles a la cadena trófica (Dominguez-Manjarrez, 2014). En la figura 3.7 se puede visualizar los contaminantes ordinarios y peligrosos que afectan al suelo.

Figura 3.7. Residuos del suelo en la industria panelera



Fuente: (Quezada et al., 2018)

3.5.4 Contaminación de la flora y la fauna

Los aglutinantes empleados en la limpieza del jugo y la leña utilizada en las hornillas causan contaminación a las especies vegetales y animales de la región. Según Cárdenas Bocanegra (2019) por cada kilogramo de panela se consume entre 0,8 y 1,5 kg de leña. El CO2 producido en la combustión afecta tanto a la región como a los ecosistemas del mundo. En la tabla 7 se muestran los impactos ambientales en el aire, agua, suelo y ecosistemas.

Tabla 3.8. Matriz de impactos ambientales y sociales de la producción de panela

MEDIO / COMPONENTE / IMPACTO		ACTIVIDADES	Apronte	Molienda	Prelimpieza	Limpieza	Evaporación, concentración y punteo	Batido, moldeo y empaque	Combustión en la hornilla	Limpieza de equipos e instalaciones
ABIÓTICO	Aire	Contaminación por material particulado								
		Contaminación por gases y vapores								
		Contaminación por ruido								
		Alteración de la calidad por olores ofensivos								
	Agua	Agotamiento del recurso								
		Contaminación por agentes físicos								
		Contaminación por agentes químicos								
		Contaminación por agentes biológicos								
	Suelo	Contaminación por residuos sólidos o vertimientos								
		Degradación física (erosión, compactación)								
BIÓTICO	Ecosistemas	Afectación de la flora y fauna terrestre								
		Afectación de la flora y fauna acuática								
SOCIOECONÓMICO	Trabajadores	Afectación de la salud por riesgos laborales								
	Comunidad aledaña	Desplazamiento involuntario de población								
		Afectación de los medios de vida								
		Afectaciones sobre la salud								
	Consumidores	Afectaciones sobre la salud								

Sin impacto | Impacto Bajo | Impacto medio | Impacto alto

Fuente: (Cárdenas Bocanegra, 2019)

4 CONCLUSIONES

Los residuos de la industria panelera tienen un gran potencial agroindustrial pues sus volúmenes de subproductos representan grandes cantidades principalmente el bagazo que constituyen aproximadamente el 52,2%, además durante el proceso se origina bagacillo y cachaza en un 6,3% y 5,2% respectivamente. Es por ello la necesidad de reindustrializar estos desechos con el objetivo de minimizar el impacto ambiental. En el bagazo y el bagacillo se aprovecha la celulosa y la hemicelulosa que se obtiene mediante el proceso de hidrolisis enzimática de la cual se genera azucares fermentables (xilosa, glucosa) para producir diversos productos, mientras en la cachaza se aprovecha los azúcares mediante el proceso de fermentación.

Se reconoció la mayor cantidad de bagazo en el recinto San Jacinto con 35,52 t, en cambio en la parroquia San Francisco de Punin se obtuvo una elevada cantidad de bagacillo con 1,99 t, mientras en la panelera de San Jacinto se produce un elevado volumen de cachaza de 1,69 t.

REFERENCIAS

Aguiar, S., Panimboza-Ojeda, A. P., Soto-Cabrera, A. I., Cuyanquillo-Barrionuevo, J. X., Pérez-Martínez, A., & Diéguez-Santana, K. (2021). Propuesta para la producción más limpia en destilerías artesanales. *24(2)*. https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n2.2021.1500

Alvarán, C. J., & Gómez, P. B. (2012). Trapiche, minga y resistencia. Una experiencia de socialización política. *Revista Eleuthera*, *7*, 167-192. https://www.redalyc.org/pdf/5859/585961836010.pdf

Cárdenas Bocanegra, H. A. (2019). Riesgos ambientales y sociales en la producción de panela. *Revista USFQ*, 47. https://www.asobancaria.com/documentos/biblioteca-de-innovacion-financiera/Riesgos%20Ambientales%20y%20Socuales%20Sector%20Panela.pdf

Cárdenas, J. R., Aranda, E. M., Hernández, D., Lagunes, L. d. C., Ramos, J. A., & Salgado, S. (2008). Obtención de un alimento fermentado en estado sólido a partir del bagacillo de retorno, pulido de arroz e inóculos. Su utilización en la alimentación animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, *42(2)*, 173-176. https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015494009.pdf

Cartay-Ángulo, R., García-Briones, M., Meza-Moreira, D., Intriago-Estrella, J., & Romero-Macías, F. (2018). Psychosocial profile of a liquor product in Junin, Manabí, Ecuador. *ECA Sinergia*, *10(1)*, 85-97. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6819755

Carvajal-Padilla, V. P. A.-P., Robinson Rigoberto , Chele-Yumbo, E. A. S.-P., Liliana Bárbara, & Diéguez-Santana, K. (2021). Alternativas de producción más limpias para la destilería “Puro Puyo”, Pastaza, Ecuador. *I+ D Tecnológico*, *17*(1), 1-13. https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/2906/3614

Casco-Méndez, G. M., Diéguez-Santana, K., Sarduy-Pereira, L., Vinocunga-Pillajo, R. D., Pomavilla-Guaminga, S. I., & Pérez-Martínez, A. (2022). Diseño del proceso de obtencion de bioetanol carburante mediante hidrolisis enzimatica del bagazo de caña en Pastaza. *49 (2)*, 35-46. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612022000200035&script=sci_arttext&tlng=en

Cerda-Mejía, V., Pérez-Martínez, A., Guardado-Yordi, E., Cerda-Mejia, G., Diéguez-Santana, K., Benítez-Cortés, I., & González-Suárez, E. (2021). Simulation Strategy to Reduce Quality Uncertainty in the Sugar Cane Honey Process Design. *Ingeniería e Investigación*, *41*. https://doi.org/10.15446/ing.investig.v41n1.81484

Chandler, C., Ferrer, J., Mármol, Z., Páez, G., Ramones, E., & Perozo, R. (2007). Efecto de la aireación en el compostaje del bagacillode la caña de azúcar. *Multiciencias*, *8(1)*, 19-27. https://produccioncientificaluz.org/index.php/multiciencias/article/view/16682/16655

Condado, J. J. V. (2009). Efecto del clima en la produccion de caña y azucar en central progreso. *1*, 9. https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/5.-AGRICULTURA-CA%C3%91ERA.pdf

Dominguez-Manjarrez, C. A. (2014). Prevención, minimización y control de la contaminación ambiental en un ingenio azucarero de México. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, *15*(4), 549-560. https://doi.org/10.1016/S1405-7743(14)70653-5

Ferrer, J. R., Páez, G., Arenas de Moreno, L., Chandler, C., Mármol, Z., & Sandoval, L. (2002). Cinética de la hidrólisis ácida de bagacillo de caña de azúcar. *Revista de la Facultad de Agronomía*, *19*, 23-33. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182002000100003&nrm=iso

Forero, F. E., Fernández, J. P., & Álvarez-Herrera, J. G. (2010). Efecto de diferentes dosis de cachaza en el cultivo de maíz (Zea mays). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, *13*(1), 77-86. http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v13n1/v13n1a09.pdf

GADPP. (2017). Plan Productivo Provincial de Pastaza. http://www.pastaza.gob.ec/pdf/plan_productivo_pastaza_borrador.pdf

Gomez, L. (2010). Un espacio para la investigacion documental. *Revista Vanguardia Psicológica Clínica Teórica y Práctica*, *1 (2)*, 226-233. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4815129

Gonzalez-Rivera, J. E. (2013). Elaboración de un estudio para el mejoramiento industrial y socioeconómico en la central panelera de la Parroquia Teniente Hugo Ortiz, de la Asociación de Cañicultores de la Provincia de Pastaza. *[Tesis presentada en opcion a Magister, en la Universidad Tecnica de Ambato]*, 349. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8556/1/MAI%2003.pdf

Gonzalez, P., & Zuñiga, D. (2021). Environmental impacts of panela production in the Pacto parish of the Metropolitan District of Quito. *Esferas*, *3*, 94-111. https://doi.org/10.18272/esferas.v3i.2430

INEN 2332. (2002). Panela granulada. Requisitos. 10. https://pdfslide.net/documents/nte-inen-2332-panela-granulada-1-2-3-y-los-que-a-nutricionales-y-organolpticas.html?page=4

Iñiguez, A., Valle-Carrión, L., González-Torres, M., & Ochoa-Moreno, W.-S. (2018). Analysis of the profitability of the production of sugar cane and its derivatives. Case of rural producers of the parish Malacatos -Loja, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología 7 (2)*, 65-76. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6977654

Juárez, N. V., Santos, A. R., & Aragón, A. C. (2017). Aprovechamiento del residuo agroindustrial (bagazo de maguey) para la producción de hongo seta (Pleurotus ostreatus) como alternativa económica para las mujeres de Sola de Vega. *Compilación mexicana de estudios empresariales*, 603. https://www.researchgate.net/profile/Emanuel-Leite/publication/338337285_Sistema_de_Evaluacion_del_Desempeno_como_Promotor_de_la_Competitividad_Organizacional/links/602bc17592851c4ed5757a01/Sistema-de-Evaluacion-del-Desempeno-como-Promotor-de-la-Competitividad-Organizacional.pdf#page=603

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *PLOS Medicine*, *6*(7), e1000100. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100

Llanes-Gil-López, D. I., Lois-Correa, J. A., Orta-Guzmán, V., & Romero-Treviño, E. M. (2017). Cogollo de caña de azúcar, una alternativa sustentable de alimentación

animal. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, *51*(2), 31-34. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223154251005

Montes, L. B., Ruiz, O. C., González, R. I. A., Cano, E. G., & Castillejos, G. C. R. (2018). Aprovechamiento de bagazo de caña de azúcar para obtención de furfural. *Inventio*, *14*(34), 39-43. http://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/112/63

Muñoz Solares, M. (2019). Evaluación del potencial de la cera de cachaza como un coproducto de la caña de azúcar. *Bioproductos de caña de azucar*, 2-9. https://www.researchgate.net/publication/331021941

Núñez-Camargo, D. W. (2012). Uso de residuos agrícolas para la producción de biocombustibles en el departamento del Meta. *16 (34)*, 142-156. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2012000400011

Ochoa, L. (2017). Diagrama de flujo PRISMA: Proceso de selección de los estudios incluidos. *Universidad Autonoma de Madrid*.

Olmedo-Junco, M., Cuzco-Piña, G., & Murrieta, M. E. (2006). Proyecto de analisis de mercado y desarrollo de estrategias de marketing para la comercializacion de melcocha en la ciudad de Puyo-provincia de Pastaza. *Marketing*, 9. https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1123/1/2159.pdf

Parameswaran, B. (2009). Sugarcane Bagasse. In P. Singh nee' Nigam & A. Pandey (Eds.), *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation: Utilisation of Agro-Residues* (pp. 239-252). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9942-7_12

Paucar- Verdejo, J. R., & Robalino- Jacome, J. A. (2009). Modelo Estrategico para la Industrializacion de la Caña de Azucar en el Ecuador. 146. https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8489/3/CD-2144.pdf

Pernalete, Z., Piña, F., Suárez, M., Ferrer, A., & Aiello, C. (2008). Fraccionamiento del bagazo de caña de azúcar mediante tratamiento amoniacal: efecto de la humedad del bagazo y la carga de amoníaco. *Bioagro*, *20*, 3-10. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612008000100001&nrm=iso

Pomavilla-Guaminga, S. I. (2018). Propuesta de diversificación in silico de la producción de panela de la provincia de Pastaza. *[Tesis presentada en opcion a Ingenieria Agroindustrial, en la Universidad Estatal Amazonica]*, 85. https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/692/1/T.AGROIN.B.UEA.0067.pdf

Prabhakar, N., & Murthy, G. S. N. (2010). BAGACILLO FLOTATION CELL *Procedure Sugar Technology*, *27*, 1-4. https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/PROCESSING-POSTERS-12-Prabhakar.pdf

Prado-Reyes, R. (2018). Producción de abonos organicos con coproductos de la industria azucarera. *Grupo Motzorongo*, *1*, 59. http://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2018/02/PONENCIA-6.pdf

Quezada, W. F., Quezada-Torres, W. D., & Molina-Borja, F. A. (2018). Agroindustria Panelera: Alternativa para su Intensificación. *Actas de la Conferencia ESTEC, 3(2)*, 19-27. https://doi.org/10.18502/barril.v3i1.1409

Rabelo, S. C., da Costa, A. C., & Vaz Rossel, C. E. (2015). Chapter 17 - Industrial Waste Recovery. In F. Santos, A. Borém, & C. Caldas (Eds.), *Sugarcane* (pp. 365-381).

Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802239-9.00017-7

Restrepo, A., Flórez, L. C., & Tibaquirá, J. E. (2017). Design simulation and construction of an evaporator coil in the Colombian sugar cane industry. *Ingenieria Mecanica*, *20(2)*, 71-57. https://www.redalyc.org/journal/2251/225151847001/html/

Ruge Ruge, I. A., & Pérez Holguín, W. J. (2017). Diagnóstico tecnológico del uso de dispositivos programables en la industria boyacense. Caso de estudio: cadena agroindustrial de la panela. *Tecnura*, *21*, 130-147. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2017000200010&nrm=iso

Salazar, M., Sánchez, M. A., & Aucatoma, B. (2009). Uso de cachaza descompuesta y porcentaje de sustitución de fertilización química en un lote del ingenio Valdez. *CINCAE*, *1*, 1-16. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwji6__Gkav5AhXTczABHZVUD_EQFnoECAMQAw&url=https%3A%2F%2Fcincae.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2013%2F07%2FInforme-Valdez-CACHAZA.pdf&usg=AOvVaw0VIEP54gsHofgv7RZW-SQP

Salazar Villareal, F., Viveros Valens, C. A., Baena Garcia, D., Orlando López, L., & Victoria K, J. I. (2015). Características de la caña de azúcar asociadas con toneladas de caña por hectárea y sacarosa (% caña). *Acta Agronómica*, *64*(3), 268-272. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169940048011

Sanchez, N., Ruiz, R., Infante, N., & Cobo, M. (2017). Bioethanol Production from Cachaza as Hydrogen Feedstock: Effect of Ammonium Sulfate during Fermentation. *Energies*, *10*, 2112. https://doi.org/10.3390/en10122112

SIPA. (2000). Cifras Agroproductivas del Ecuador. *Instituto Nacional de Estadisticas y Censos (INEC)*. http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas

Tuquerres Curipallo, H., Cerda Mejía, G., Tenemasa, V., Diéguez Santana, K., Carrera Sánchez, K., & Pérez Martínez, A. (2020). Diseño del proceso para la obtención de ácido cítrico a partir del bagazo de caña disponible en Pastaza, Ecuador. *Centro Azúcar*, *2*, 15-24. http://centroazucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/article/view/202/713#info

Vanegas-Salazar, C. M. (2016). Manejo del bagazo en la agroindustria de la caña panelera en el nordeste antioqueño a partir de la gestión integral de residuos: estudio de caso municipio de yolombo. *[Tesis presentada en opcion a Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente en la Universidad de Manizales-Colombia]*, *1*, 118. https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2880/Tesis%20Con%20correcciones%2014%20nov%20de%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20uso%20tradicional%20y%20m%C3%A1s,o%20producir%20vapor%20en%20calderas.

Vázquez, H. J., & Dacosta, O. (2007). Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, *8*, 249-259. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432007000400004&nrm=iso

Vega-Baudrit, J., Delgado-Montero, K., Sibaja-Ballestero, M., Alvarado-Aguilar, P., & Barrientos-Ramírez, S. (2008). Empleo de melaza de caña de azúcar para la

obtención y caracterización de poliuretanos potencialmente biodegradables., *9 (4)*, 1-14. https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/3238/EMPLEO%20DEMELAZA%20DE%20CA%C3%91A%20DE%20AZ%C3%9ACAR_VEGA.pdf?sequence=1

Vivas, M. L. V. (2003). *Identificacion y Evaluacion de Hongos Entomopatogenos en Perkinsiella Saccharicida (Kirk) y Mahanarva Andigena (Jacobi) en Cana de Azucar*. https://books.google.com.ec/books?id=G4kzAQAAMAAJ

Zumalacárregui, M. L., Pérez-Ones, O., Rodríguez-Ramos, A. P., Zumalacárregui-De Cárdenas, M. B., & Lombardi, G. (2015). Potencialidades del bagazo para la obtención de etanol frente a la generación de electricidad. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, *16*(3), 407-418. https://doi.org/10.1016/j.riit.2015.05.001

ANEXO 1. MARCO TEORICO

Anexo 1.1 Caña

Originaria de Nueva Guinea, la caña de azúcar fue llevada a América por Cristóbal Colon en el año de 1493, luego fue introducida al Ecuador por los años de 1526 y 1533. Se presume que fue ingresada desde el país de México hacia la denominada Real Audiencia de Quito, por vendedores de cacao y cuya siembra fue esparcida hasta las inmediaciones de los Andes. Mediante mecanismos básicos, se extraía el jugo de caña, mediante el cual se procesaba, para la obtención de panela, aguardiente y azúcar morena. (Salazar Villareal et al., 2015)

La caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) es una planta tropical de tipo gramínea, cuyos tallos se caracterizan por ser fibrosos y gruesos, estos pueden llegar a crecer hasta los 5 metros de altura, además poseen altas cantidades de sacarosa, de la cual se obtiene el azúcar entre otros derivados. (Llanes-Gil-López et al., 2017)

La siembra de la caña de azúcar se efectúa por estaca. Además, su cosecha se la puede ejercer de forma mecánica o manual según el tamaño del sembrío. En cada sembradío por lo general se puede extraer 4 a 5 cortes para luego renovar el cultivo.(Salazar Villareal et al., 2015)

Anexo 1.1.1 Condiciones climáticas

La caña de azúcar se planta en zonas subtropicales y tropicales cerca de los 35°N y los 35°S, y aun nivel del mar, como máximo 1.000 m.s.n.m. La temperatura ideal para el desarrollo de la planta 20° C aproximadamente. Temperaturas matinales promedias estarían cercano a 30°C, además el mejor desempeño se da con mayores cantidades de radiación solar. En caso de tener riego periódico, es necesario precipitaciones de 1.200 hasta 1.700 mm para su correcto desarrollo vegetal, por otro lado, para su cosecha se necesita condiciones secas y más frescas. (Condado, 2009)

Anexo 1.1.2 Variedad de caña

En la provincia de Pastaza, se cultivan tres diferentes variedades de caña de azúcar:

La limeña posee un espesor mayor, se caracteriza por ser más suave y dulce, es ideal para la obtención de jugo o consumo sin ningún tipo de proceso previo.

La cubana es hibrido de Limeña, tiene resistencia mayor a las plagas, posee un grosor y cantidad de sacarosa menor, por lo que es mayormente utilizado en la producción de aguardiente.

La morada se caracteriza por tener mayor espesor que las anteriores, es dura, pero presenta resistencia a plagas, además posee menos sacarosa y se utiliza principalmente en la fabricación de miel y panela. (Paucar- Verdejo & Robalino- Jacome, 2009)

Anexo 2.1 Definiciones de la industria panelera

Según INEN 2332 (2002) establece las siguientes definiciones:

- Caña de azúcar: es el tronco originario de distintas especies de la planta gramínea Saccharum officinarum L.
- Panela granulada: sustancia que se produce de la concentración del jugo de caña de azúcar, hasta alcanzar una consistencia más espesa logrando que el jarabe se consolide y granule.
- Panela granulada defectuosa. Es aquella que tiene algunas de las siguientes imperfecciones: presenta fragmentos de distinto color al específico de la panela

granulada, densidad suave, presencia de insectos vivos, existencia de residuos extraños o adulteraciones.

Anexo 3.1 Bagazo como materia prima

El bagazo es el desecho obtenido del proceso de molienda de la caña de azúcar, se utiliza principalmente en la producción de pulpa y papel.

El papel elaborado con fibra de bagazo y usado en la impresión tiene propiedades muy competitivas comprándolo con los tradicionales obtenido con fibras de madera. La competitividad se debe principalmente a su calidad óptica y buenas propiedades de admisión y receptividad a las tientas de impresión. (Paucar- Verdejo & Robalino- Jacome, 2009)

Anexo 4.1 Bagacillo

Es el componente de fibra fina del bagazo producido debido a una mayor preparación de la caña que permanece en el jugo mixto tamizado. El bagacillo residual y otras materias en suspensión conducen a dificultades de procesamiento afectando negativamente la calidad del azúcar, además la sacaretina en el bagacillo imparte color amarillo al reaccionar con la cal. El bagacillo puede causar severos problemas de taponamiento en calor de transferencia en equipos y centrífugas. Una incorrecta eliminación durante el proceso de obtención del producto hace que el bagacillo se encuentre en el azúcar. Por eso, la eliminación efectiva del bagacillo antes de la clarificación tendrá un beneficio muy significativo para producir una buena azúcar de calidad. Recientemente, se han desarrollado diferentes filtros para filtrar el contenido de bagacillo. Pero estos filtros están asociados con un alto consumo de energía y una baja disponibilidad debido a la necesidad de una limpieza frecuente con el flujo de jugo nominal.

Las finas partículas de bagacillo en el jugo tienen una propensión a atrapar pequeñas burbujas de aire. Esta propiedad del bagacillo ayuda en su separación por flotación. Además, el elevado la temperatura del jugo libera aire disuelto y la disminución de la viscosidad da como resultado una flotación efectiva de bagacillo como espuma en una celda de flotación.

La técnica de flotación se probó en Deccan Sugars, un ingenio azucarero de 3600 tcd en Andhra Pradesh, India siguiendo el proceso de doble sulfitado para la fabricación de azúcar blanca de plantación (Prabhakar & Murthy, 2010).

Anexo 5.1 Cachaza

La cachaza obtenida del proceso de clarificación del jugo constituye una fuente de energía principalmente por sus altos contenidos de fosforo, nitrógeno, carbono, calcio, nutrientes importantes para la utilización de diversos procesos tecnológicos (Salazar et al., 2009).

Anexo 6.1 Producción panela artesanal

La producción de panela inicia con las siguientes operaciones unitarias y procesos según la expuesto por (Gonzalez-Rivera, 2013):

Anexo 6.1.1 Recepción: la materia prima de acuerdo a las propiedades físico-químicas que posee la caña de azúcar la misma pasa por un minucioso control de calidad en la que se determina si es aceptada o rechazada.

Anexo 6.1.2 Pesado: una vez llegada la caña se la colocaba en el lugar de acopio de la fábrica, utilizando una balanza de platos la misma que tenía una capacidad de 50 kg para tiempo después calcular su rendimiento.

Anexo 6.1.3 Limpieza: en este paso se debe utilizar agua tratada con la ayuda de un tanque hecho de polietileno el cual posee una capacidad de 300L

Anexo 6.1.4 Molienda y extracción del Jugo: Luego de realizar una buena limpieza de bandejas y del molino se procede a exprimir el jugo de la caña de azúcar, después se cuantifico el volumen del mismo y finalmente utilizando la balanza se pesó el bagazo para encontrar su rendimiento de extracción y análisis físico-químicos.

Anexo 6.1.5 Filtración: Para este proceso se busca retener en máxima cantidad los residuos sólidos no deseados que se conoce como bagacillo, para ellos se utiliza mallas las cuales están hechas de pelón y polietileno. Luego se procede a pesar todo este material no deseado para la verificación del rendimiento y calidad del mismo.

Anexo 6.1.6 Clarificación: en este tratamiento se busca eliminar todos los sólidos en suspensión que se encuentran en el jugo de la caña de azúcar, utilizando una cinta para medir el pH y así poder corregirlo, además de la eliminación total de los diferentes tipos de cachaza.

Anexo 6.1.7 Concentración: Para este paso se lleva a cabo la evaporación de agua para que así exista más concentración del jugo de caña, quitando el sobrante de residuos, se coloca llama directa usando una paila abierta en la cual se debe alcanzar características propias para obtener panela granulada. Posteriormente una vez alcanzado la concentración exacta de los azucares de la mezcla se coloca en bandejas de acero inoxidable. Hay que tener en cuenta que se controló de manera adecuada la temperatura, luego se hizo un control físico-químico y microbiológico del producto a comercializar

Anexo 6.1.8 Punteo y batido: Cuando finalmente se logró la concentración adecuada, se procede a realizar el enfriamiento del melote, obteniendo cualidades físicas que se desea para la panela granulada. Controlando las diferentes temperaturas y tiempos de enfriamiento se puede valorar los parámetros de calidad.

Anexo 6.1.9 Tamizar: Este paso es un subproceso que se ejecuta en la panela en grano, cuando los cristales se formen y estén a temperatura del ambiente. Una vez en este punto se facilita el tamizaje.

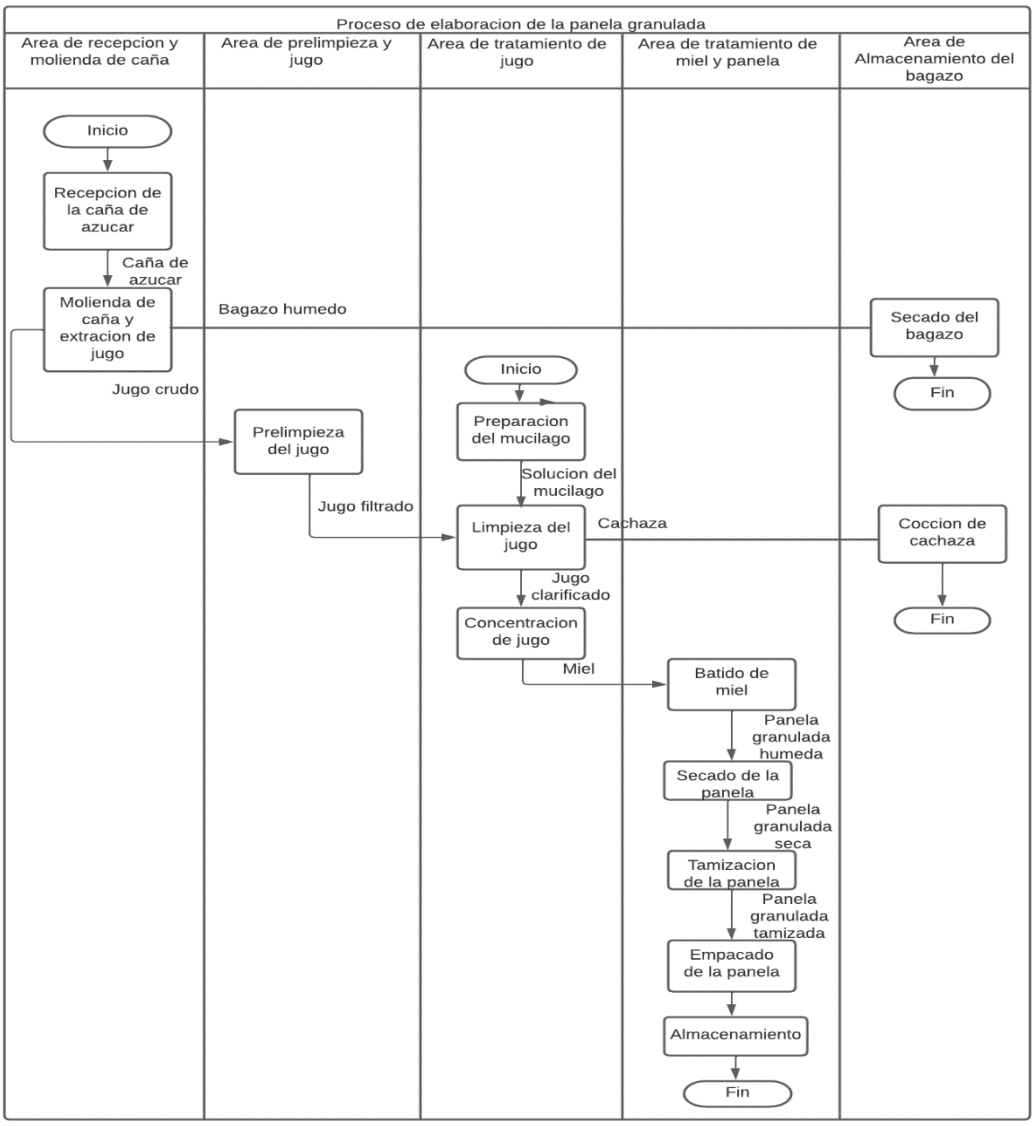
Anexo 6.1.10 Moldeo: Para este punto ya se obtiene la panela granulada, hay que tener en cuenta que tenga características en las cuales el producto este moldeable y no se encuentre en estado sólido, ya que la panela granulada la ocupan para diluir fácilmente.

Anexo 6.1.11 Enfriamiento: En este proceso se debe dejar enfriar hasta que llegue a temperatura ambiente y sea de fácil manipulación.

Anexo 6.1.12 Empacado o Envasado: Cuando ya se posee el producto final se realiza el empaquetamiento y sellado, donde se utilizan fundas termoplásticas, este empaquetado va a proteger, conservar y alargar la vida del producto.

Anexo 6.1.13 Almacenado: Se debe desinfectar los cuartos de almacenamiento, para así, tener un ambiente estéril e inocuo que mantenga la calidad del producto.

Figura A1. Diagrama de flujo para la elaboración de panela granulada



Fuente: (Gonzalez-Rivera, 2013)