



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**ECO-BALANCE Y MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA
OBTENCIÓN DE ETANOL EN LA FÁBRICA ARTESANAL DE
AGUARDIENTE “NO TE PIQUES”**

AUTORES:

ÁNGEL ANDRÉS ROMERO ORTEGA

JAZMÍN CAROLINA VERA ZAMBRANO

TUTOR:

ING. CARLOS LUIS BANCHÓN BAJAÑA, M. Sc.

CALCETA, JULIO DE 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **Romero Ortega Ángel Andrés**, con cédula de ciudadanía **135041746-3** y **Vera Zambrano Jazmín Carolina**, con cédula de ciudadanía **131343487-8**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **ECO-BALANCE Y MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL EN LA FÁBRICA ARTESANAL DE AGUARDIENTE “NO TE PIQUES”** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



ROMERO ORTEGA ÁNGEL ANDRÉS
CC: 135041746-3



VERA ZAMBRANO JAZMÍN CAROLINA
CC: 131343487-8

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Romero Ortega Ángel Andrés, con cédula de ciudadanía **135041746-3** y **Vera Zambrano Jazmín Carolina**, con cédula de ciudadanía **131343487-8**, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **ECO-BALANCE Y MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL EN LA FÁBRICA ARTESANAL DE AGUARDIENTE “NO TE PIQUES”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



ROMERO ORTEGA ÁNGEL ANDRÉS
CC: 135041746-3



VERA ZAMBRANO JAZMÍN CAROLINA
CC: 131343487-8

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. CARLOS LUIS BANCHÓN BAJAÑA, M. Sc., certifico haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: : **ECO-BALANCE Y MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL EN LA FÁBRICA ARTESANAL DE AGUARDIENTE “NO TE PIQUES”**, que ha sido desarrollado por **ROMERO ORTEGA ÁNGEL ANDRÉS** y **VERA ZAMBRANO JAZMÍN CAROLINA**, previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. CARLOS LUIS BANCHÓN BAJAÑA, M. Sc.
CC: 091805918-9
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: : **ECO-BALANCE Y MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL EN LA FÁBRICA ARTESANAL DE AGUARDIENTE “NO TE PIQUES”**, que ha sido desarrollado por **ROMERO ORTEGA ÁNGEL ANDRÉS** y **VERA ZAMBRANO JAZMÍN CAROLINA**, previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JOSÉ M. CALDERÓN PINCAY, M.Sc.
CC: 230012183-3
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. KEVIN A. PATIÑO ALONZO, M.Sc.
CC: 131323111-8
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. CARLOS F. SOLÓRZANO
SOLÓRZANO, M.Sc.
CC: 131323111-8
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por permitirnos una excelente experiencia dentro de la ESPAM, y darnos fuerza para seguir y convertirnos en profesionales que tanto nos apasiona.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria Manuel Félix López por habernos aceptado ser parte de ella y facilitarnos el camino del conocimiento científico, de igual manera a los diferentes docentes que brindaron su conocimiento y su apoyo en todo el tiempo que transcurrimos dentro la ESPAM.

A nuestro tutor de Trabajo de Integración Curricular, el Ing. Carlos Luis Banchón Bajaña, M. Sc., por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su conocimiento y capacidad científica, así como también habernos tenido toda la paciencia del mundo para guiarnos durante todo el desarrollo de la investigación.

LAS AUTORES

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi luz y guía en este viaje académico, a ti elevo mi gratitud y reconocimiento. Tu constante inspiración y fortaleza han sido mi roca en los momentos de desafío.

A mis amados padres, a quienes debo todo lo que soy. Su amor incondicional, sacrificio y apoyo inquebrantable han sido el motor que impulsa mis logros. Gracias por ser mis pilares y por creer en mí.

A mis queridos abuelos, guardianes de sabiduría y fuente de amor intergeneracional. Sus historias han sido faros de luz en mi camino. Este logro es también un tributo a su legado.

A mis compañeros de la universidad, compañeros de risas, desafíos y crecimiento. Juntos hemos enfrentado los desafíos académicos, compartido conocimientos y construido amistades duraderas. Agradezco la camaradería que ha enriquecido mi experiencia universitaria.

A mí respetado tutor, con gratitud por su orientación sabia, paciencia infinita y dedicación a mi crecimiento académico. Su mentor ha sido un faro que me ha guiado a través de las complejidades de esta investigación.

En cada paso de este camino, la presencia divina y el apoyo de mis seres queridos y colegas han sido un regalo invaluable. Este logro es un testimonio de la bendición de contar con personas tan extraordinarias en mi vida.

ROMERO ORTEGA ÁNGEL ANDRÉS

DEDICATORIA

“Cuando tengas ganas de rendirte, continúa. El triunfo ama a los implacables. Robin Sharma”.

A **Dios** por permitirme alcanzar este objetivo. A Él le debo todo lo que poseo, todo lo que soy y todo lo que, con su sabiduría, puedo llegar a ser. Su fortaleza me sostiene y cada día me llena de oportunidades. Hoy, gracias a Él, tengo el privilegio de presentar este proyecto tan significativo sobre mi vida.

A MI HIJO:

Lucciano, eres la persona más importante en mi vida. Aunque eres muy pequeño para comprenderlo completamente, quiero que sepas que, durante todo este proceso de desarrollo profesional, he tenido que renunciar a momentos y situaciones a tu lado para lograr el éxito en mi carrera. Estoy aquí gracias a ti; tu afecto y cariño han sido la fuente de mi felicidad y la motivación que necesito para seguir adelante, hoy he dado un paso más para servir como ejemplo a la persona que más amo en este mundo que eres Tú. Espero que llegue el día en que comprendas que te debo mucho de lo que soy ahora. Que este logro académico se convierta en una herramienta que te guíe en cada paso hacia tus aspiraciones. Querido hijo, con todo mi amor te dedico mi tesis, fruto de años de esfuerzo y sacrificio. Espero que este trabajo sea un legado que te inspire a perseguir tus propios sueños con determinación y pasión.

VERA ZAMBRANO JAZMÍN CAROLINA

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE TABLAS	xiii
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xiv
CONTENIDO DE FÓRMULAS.....	xvi
RESUMEN	xvii
PALABRAS CLAVES	xvii
ABSTRACT	xviii
KEY WORDS	xviii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.3. OBJETIVOS	7
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	7

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.4. IDEA A DEFENDER.....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. CAÑA DE AZÚCAR (CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA)	8
2.2. PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR.....	9
2.2.1. SECTOR CAÑICULTOR EN ECUADOR	10
2.2.2. CAÑICULTORES ARTESANALES DE ECUADOR.....	11
2.2.3. INFLUENCIA DE LA EMPRESA CAÑICULTURA EN EL MEDIO AMBIENTE	11
2.3. PROBLEMAS AMBIENTALES DERIVADOS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ETANOL DE CAÑA DE AZÚCAR.....	12
2.4. DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS EN EL PROCESAMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	13
2.5. ECO-BALANCE	14
2.5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ECO-BALANCES	15
2.5.2. ELEMENTOS DEL ECO-BALANCE	16
2.6. MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL	17
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	19
3.1. UBICACIÓN	19
3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO	19
3.3. VARIABLES EN ESTUDIO	19
3.3.1. VARIABLE DEPENDIENTE	19
3.3.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	20

3.4. MÉTODOS	20
3.4.1. MÉTODO CUANTITATIVO	20
3.4.2. MÉTODO CUALITATIVO	20
3.5. TÉCNICAS	21
3.5.1. OBSERVACIÓN DIRECTA	21
3.5.2. ENCUESTA	21
3.5.3. GEORREFERENCIACIÓN	21
3.5.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	22
3.5.5. ANÁLISIS DOCUMENTAL	22
3.6. PROCEDIMIENTOS	22
3.6.1. FASE I. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA DESTILERÍA DE AGUARDIENTE ARTESANAL “NO TE PIQUES”	22
3.6.2. FASE II. ELABORACIÓN DE UN ECO-BALANCE EN FUNCIÓN DE LA MATERIA PRIMA QUE ENTRA Y SALE EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL.	23
3.6.3. FASE III. PROPONER MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. FASE I. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA DESTILERÍA DE AGUARDIENTE ARTESANAL “NO TE PIQUES”	26
4.1.1. ENCUESTA REALIZADA A LOS DUEÑOS DE LA DESTILERÍA “NO TE PIQUES”	28

4.2. FASE II. ELABORACIÓN DE UN ECO-BALANCE EN FUNCIÓN DE LA MATERIA PRIMA QUE ENTRA Y SALE EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL	45
4.3. FASE III. PROPUESTA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL	52
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
5.1. CONCLUSIONES	57
5.2. RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	73

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2.1. Clasificación botánica de la caña de azúcar..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabla 3.1. Datos de entradas y salidas de cada operación unitaria para el procesamiento de etanol **Error! Bookmark not defined.**

Tabla 4.1. Descripción de los procesos en la elaboración de etanol a partir de la caña de azúcar 26

Tabla 4.2. Datos de entrada y salida de cada operación unitaria de la destilería artesanal "No te Piques" 48

Tabla 4.3. Valores de densidad en Kg/L..... 51

Tabla 4.4. Propuestas de medidas de gestión ambiental para aplicar en la destilería artesanal "No te piques" 53

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Mapa de ubicación del estudio Agua Fría del cantón Junín.....	19
Figura 4.1. Estado civil de las personas encuestadas	29
Figura 4.2. Personas que conforman el núcleo familiar	30
Figura 4. 3. Nivel de estudio de las personas encuestadas	30
Figura 4. 4. Tipo de vivienda de las personas encuestadas	31
Figura 4.5. Ocupación laboral de las personas encuestadas.....	32
Figura 4.6. Tiempo de experiencia en la producción y venta de alcohol artesanal.....	33
Figura 4. 7. Ganancia de venta del alcohol artesanal de las personas encuestadas.....	34
Figura 4.8. Lugar donde comercializan las personas encuestadas del alcohol artesanal	35
Figura 4.9. Fuente de suministro para el proceso productivo del alcohol	36
Figura 4.10. Pregunta a los encuestados acerca de su conocimiento sobre ¿qué es una gestión ambiental?	38
Figura 4.11. Pregunta a los encuestados acerca de su conocimiento sobre ¿qué es una gestión ambiental?	39
Figura 4.12. Pregunta a los encuestados relacionada con haber recibido alguna capacitación en temas ambientales.....	39
Figura 4.13. Pregunta a los encuestados sobre ¿sí desearían participar en proyectos asociados a la gestión ambiental?	40

Figura 4.14. Pregunta a los encuestados en relación a ¿qué tipo de gestión ambiental les gustaría participar?.....	41
Figura 4.15. Pregunta a los encuestados en relación ¿sí perciben que el alcohol tenga algún impacto con el medio ambiente?.....	42
Figura 4.16. Pregunta a los encuestados en relación a ¿cómo perciben el impacto generado por los residuos en la obtención de alcohol?.....	43
Figura 4.17. Pregunta relacionada a los encuestados si ¿estarían dispuestos a aplicar medidas de gestión ambiental?.....	44
Figura 4.18. Diagrama de flujo de la Destilería Artesanal "No te Piques"	45

CONTENIDO DE FÓRMULAS

Ecuación 4.1. Fórmula para calcular el error de un eco-balance.....	50
--	----

RESUMEN

El objetivo general de la investigación se centró en proponer medidas de gestión ambiental tras la elaboración de un eco-balance detallado de la materia prima que ingresa y sale en los 3 procesos productivos para la obtención de alcohol artesanal (molienda, fermentación y destilación). La metodología empleó dos métodos, cuantitativo y cualitativo, técnicas a la observación, encuesta y análisis documental. Este estudio se lo realizó en la Fábrica de Aguardiente Artesanal “No te piques”, localizada en el sitio Agua Fría del cantón Junín, Manabí, Ecuador situado en las coordenadas 0°54'36.4" latitud al sur y 80°10'49.5" de longitud oeste. La elaboración del eco-balance reveló que ingresaron 950 kg de materia prima y se obtuvo una salida de 979,40 kg, la cual debería ser igual a la cantidad que ingresó. Sin embargo, se identificó un aumento de masa del 4% en la suma de todas las salidas, lo que indica un error en el proceso. Este hallazgo subraya la necesidad de considerar todos los factores que intervienen en el procesamiento para la obtención del etanol. A raíz de este error del 4%, se proponen medidas de gestión ambiental aplicables a la empresa, incluyendo mejoras en los tres procesos para aumentar su rendimiento, valorar económicamente los dos residuos generados (bagazo y vinaza) y proporcionar capacitación en temas ambientales al dueño y al personal.

PALABRAS CLAVE

Caña de azúcar, medidas de gestión ambiental, eco-balance.

ABSTRACT

The general objective of the research was focused on proposing environmental management measures after the elaboration of a detailed eco-balance of the raw material that enters and leaves the 3 production processes to obtain artisanal alcohol (grinding, fermentation and distillation). The methodology used two methods, quantitative and qualitative, observation, survey and documentary analysis techniques. This study was carried out at the "No te piques" Artisanal Brandy Factory, located at the Agua Fria site in the Junín canton, Manabí, Ecuador, located at 0°54'36.4" south latitude and 80°10'49.5" west longitude. The elaboration of the eco-balance revealed that 950 kg of raw material entered and an output of 979.40 kg was obtained, which should be equal to the amount that entered. However, a mass increase of 4% was identified in the sum of all outputs, indicating an error in the process. This finding underscores the need to consider all the factors involved in ethanol processing. As a result of this 4% error, environmental management measures applicable to the company are proposed, including improvements in the three processes to increase their performance, economically value the two wastes generated (bagasse and vinasse) and provide training on environmental issues to the owner and staff.

KEY WORDS

Sugarcane, environmental management measures, eco-balance.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial, la producción anual de caña de azúcar es 1,889 millones de toneladas aproximadamente y abarca un área de 24 millones de hectáreas, el mayor productor es Brasil (720 millones de toneladas) generando más del 40% de la producción mundial de caña de azúcar, mientras que India y China son responsables de dos tercios de la producción mundial en un área de 15 millones de hectáreas (Parsaee *et al.*, 2019). El rendimiento promedio de caña de azúcar en el mundo es cercano a 60 t/ha, algunos países tienen un promedio de 100 t/ha o más y dentro de los países productores con más de 20 millones de toneladas/año, Colombia, Argentina, Australia, Filipinas y Brasil suelen tener rendimientos promedio de 80 t/ha o más (Awe *et al.*, 2020).

Los países productores de caña de azúcar, mantienen un problema sobre la diversificación del aprovechamiento de la caña de azúcar como de los residuos y subproductos que se generan en su procesamiento (Aguilar, 2009). Además, los residuos generados a través del bagazo de la caña de azúcar, se estima por cada tonelada de procesado se producen entre 270 y 290 kg de bagazo y cada tonelada genera 23,9 kg de ceniza (Hurtado, 2019). Los impactos ambientales que se generan por parte de los procesos de la caña de azúcar tienden a la generación de efluentes químicos, desechos sólidos no peligrosos, manejo de materiales peligrosos, emisiones atmosféricas, generación de ruido y polvo relacionados con las diferentes etapas del procesamiento (Cedano de León *et al.*, 2020).

En Sudamérica, la producción de caña de azúcar enfrenta diversos desafíos ambientales y operativos. Brasil, siendo el mayor productor mundial de caña de azúcar, se enfrenta a problemas significativos en sus ingenios azucareros debido a la generación de material particulado (MP) durante la quema de la materia prima. Estos problemas no solo afectan el procesamiento de la caña, sino que también tienen impactos negativos en la salud de las personas que viven cerca de estas instalaciones (Vandenbergh *et al.*, 2022). En Colombia, los ingenios azucareros producen alrededor de 6 millones de toneladas de bagazo de caña.

Sin embargo, la mayoría de este material no se reutiliza adecuadamente y termina en rellenos sanitarios o es incinerado, creando preocupaciones ambientales. Además, el sector cañicultor colombiano es un gran consumidor de agua para sus procesos de producción y transformación, y también contamina las fuentes hídricas al desechar sus residuos. En Venezuela, el enfoque es ligeramente diferente. Los desechos sólidos de la industria azucarera se utilizan para producir abonos orgánicos, tratando así de mitigar el impacto ambiental causado por la acumulación de grandes volúmenes de estos desechos (Bravo y Tapia, 2021).

Ecuador en el año 2016 reportó una cosecha de caña de azúcar; alrededor de ciento nueve mil quinientas catorce hectáreas por año, esta producción estuvo destinada a la elaboración de azúcar, panela y etanol a nivel nacional (Herrera *et al.*, 2022). El 80% es destinada a la producción de azúcar según reportes de El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (Manager, 2020). Los procesos productivos de los ingenios azucareros ecuatorianos presentan diversos problemas, por ejemplo, la mala gestión de los residuos generados a partir del procesamiento de caña de azúcar por parte de la azucarera Valdez S.A. del cantón Milagro debido a que presentan agentes contaminantes; así mismo, el Ingenio Azucarero del Norte presenta una inadecuada gestión debido a la descarga directa de aguas industriales al río Chota, sin ningún tratamiento previo, alterando el ecosistema (Rondal, 2016).

De acuerdo al Consejo Nacional de Control de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas (CONSEP), existen tres destiladoras grandes de etanol en Ecuador las cuales son: Soderal S.A, Condensa S.A, Produargo S.A (Rondal, 2016). Cada una se encuentra asociada a un ingenio azucarero, produciendo cerca de 157000 L de etanol/día. En las tres regiones de Ecuador hay alrededor de 14 provincias en las que se obtiene etanol de manera artesanal, dando una producción de 14000 L de etanol/día (Gheewala, 2019).

Las instalaciones donde se da el procesamiento de la caña de azúcar, a nivel artesanal presentan gran cantidad de deficiencias. En el proceso no existen controles adecuados y periódicos en las cadenas de producción y se presentan pérdidas muy considerables de materia prima y energía. Se generan grandes

impactos ambientales, dado que los principales residuos resultantes de la producción de alcohol artesanal es el bagazo y la vinaza (Nunes *et al.*, 2020).

Las etapas para la obtención de etanol (alcohol artesanal) se dan por el proceso de molienda, fermentación y destilación, que generan impactos ambientales. El bagazo y la vinaza son los principales residuos generados; la vinaza genera la mayor afectación sobre el medio ambiente, debido a que posee una alta carga orgánica, con valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO) de hasta 5070 mg L^{-1} (Gallo, 2013). El bagazo que se obtiene al procesar la caña de azúcar en las destilerías artesanales no tiene un buen manejo ambiental, ya que las personas al no saber qué hacer proceden a quemarlo o dejarlo en un espacio determinado para que se descomponga, lo que estas acciones logran son la liberación de tóxicos, metano, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno que afectan al ser humano y su entorno (García *et al.*, 2017).

En la provincia de Manabí (Ecuador) existe la mayor parte de la producción de alcohol (Arcentales *et al.*, 2022). En las destilerías artesanales a nivel de Manabí, los efluentes que se generan a partir del procesamiento de la caña de azúcar contienen un alto contenido de materia orgánica y se estima que por cada litro de alcohol se producen 15 L de vinaza (Hoarau *et al.*, 2018). En Junín el sistema de desagüe de las aguas residuales provenientes de los procesos de la elaboración del etanol, no son tratados de manera adecuada, siendo un factor que desencadena contaminación ambiental y del área donde se desarrollan las actividades de producción (Pérez *et al.*, 2011).

En el Cantón Junín de la Provincia de Manabí, un 84% de los habitantes se dedican al cultivo de caña de azúcar, a la producción y elaboración de sus derivados, tales como el etanol, la panela y el alfeñique (Cartay *et al.*, 2019). En Junín la caña de azúcar es procesada principalmente para la obtención de etanol, como consecuencia de esta producción artesanal, se desechan dos tipos de residuos uno es el bagazo (sólido) y la vinaza (líquida) (Intriago *et al.*, 2019). No se tiene en cuenta los impactos ambientales negativos que puede llegar a causar la mala disposición y no existen tratamientos de los residuos de la caña de azúcar, los cuales pueden llegar a causar generación de emisiones, malos olores, alteraciones

en el suelo, altos niveles de contaminación de las aguas, entre otras. Teniendo en cuenta que no existe evidencia bibliográfica acerca de un eco-balance definido para calcular la cantidad de residuos generados en la obtención de etanol.

Por lo expuesto, se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuánto es la generación de desechos sólidos y líquidos en el procesamiento de la caña de azúcar para la producción de etanol?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tiene como objetivo la elaboración de un eco-balance a partir de la materia prima de la caña de azúcar que se utiliza en los diferentes procesos para la obtención de etanol (alcohol o currincho) de los cuales se produce dos tipos de residuos que son el bagazo y la vinaza, disponiendo de los respectivos pesos de la materia prima que entra y sale se podrá elaborar el eco-balance y a partir de eso se dispondrá a proponer medidas de gestión ambiental para un mejor manejo de los residuos, esta investigación se desarrollara en la fábrica de Aguardiente “Sol y Sombra” del cantón Junín, Manabí, Ecuador.

Este trabajo se fundamenta legalmente Constitución de la República del Ecuador (2008) en la Sección Segunda (Ambiente Sano), en el Art.14 donde se “Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir Sumak-Kawsay”. Así mismo, en la Sección Primera (Naturaleza y Ambiente) en el Art. 395 la Constitución reconoce que “Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional”.

En el Acuerdo Ministerial No. 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA), en el Cap. VI (Gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, y desechos peligrosos y/o especiales) del Art.47 señala que el Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional de gestión integral de los residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales (Libro VI de la Calidad Ambiental, 2015).

En el ámbito ambiental, el impacto que generan los residuos de la caña de azúcar se puede disminuir en el medio ambiente y no afectar a las comunidades aledañas; la clave es buena gestión de los residuos que los procesos generan, lo cual permite aprovechar los nutrientes que estos residuos poseen para otros cultivos o para la producción de otros productos como energía, biocombustible, alcoholes, entre otros (García, 2016).

El bagazo de la caña de azúcar, debido a su textura fibrosa, carbohidratos y carbono orgánico que contiene, ayuda a reducir niveles de contaminación de metales en aguas residuales; todo se debe al proceso de absorción de metales en agua contaminada de minerasías (Alokika *et al.*, 2021).

La gestión inadecuada de los residuos de la caña de azúcar presenta consecuencias negativas tanto a nivel local como mundial, principalmente para la población y el ambiente; por un lado, afecta la salud de la población mediante enfermedades, y también perjudica al ambiente y sus especies contaminando agua, suelo y aire (Ramos *et al.*, 2022). La importancia de la elaboración de un eco-balance dentro de la presente investigación radica en que esta herramienta permite identificar específicamente cada proceso que se desarrolla dentro de un sistema productivo para analizar y comparar tanto entradas como salidas de la materia prima empleada para la obtención del producto final. Esto con un enfoque en el acopio y organización de la información recolectada de forma cuantitativa (Gelber, 2017).

El proponer medidas de gestión ambiental permite que una empresa o proyecto reduzca sus impactos ambientales. Así, se promueve el aumento de su eficiencia para conseguir mejoras tanto económicas como ambientales y operativas. El llevar a cabo, esto implica tareas como formación, inspecciones, establecer políticas y objetivos, gestión de riesgos, entre otro (Van Hoof *et al.*, 2018).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer medidas de gestión ambiental luego de elaborar un eco-balance de la materia prima que entra y sale en el proceso productivo de la caña de azúcar en la obtención de etanol en la Fábrica de Aguardiente “No te Piques”.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual de la destilería de Aguardiente “No te Piques”
- Elaborar un eco-balance en función de la materia prima que entra y sale en el proceso productivo de la caña de azúcar en la obtención de etanol.
- Proponer medidas de gestión ambiental para el proceso productivo de la caña de azúcar en la obtención de etanol.

1.4. IDEA A DEFENDER

La aplicación de un eco-balance permite la cuantificación de la generación de residuos en el procesamiento de la caña de azúcar para la obtención de etanol y en la toma de medidas de gestión ambiental.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. CAÑA DE AZÚCAR (CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA)

La caña de azúcar es un cultivo de alta importancia en Ecuador, del cual se extrae el azúcar que es un producto que forma parte de la canasta básica y es ingrediente fundamental de muchos alimentos elaborados y semielaborados de consumo masivo (Serna, 2019).

Adicionalmente, puede producir alcohol como carburante y proporciona el bagazo para cogeneración (Arcentales *et al.*, 2022). La caña de azúcar se caracteriza por su buena capacidad de adaptación a diversidad de suelos, climas, topografías, fertilidad y sistemas de producción y además posee una gran capacidad de producción de materia verde y materia seca por unidad de área. La caña de azúcar al ser una planta C4, es decir que ayudan a reducir al mínimo la fotorespiración, utiliza con mayor eficiencia el agua, pues pierde 277 moléculas de agua por molécula de CO² fijada; por lo tanto, conserva más la humedad del suelo. Por su capacidad fotosintética y sus características fenotípicas, como la superficie foliar, capta eficientemente la energía solar para transformarla en biomasa (Lagos y Castro, 2019).



A continuación, se muestra la clasificación botánica de la caña de azúcar:

Tabla 2.1. Clasificación botánica de la caña de azúcar

Taxonomía de la caña de azúcar	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae
Género	Sacharum
Especie	S. officinarum L.

Fuente: Cruz (2015)

2.2. PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR

En Ecuador, los ingenios Agro azúcar, San Carlos y Valdez cosecharon sesenta y dos mil cuarenta y cinco hectáreas, las que produjeron 4.812.288 t molidas, alcanzando una producción de 527.399 toneladas de azúcar (Vandenberghe *et al.*, 2022). El promedio de productividad fue de 80 toneladas de caña/ha (TCH) en los tres ingenios y el promedio de producción de azúcar fue de 7,2 toneladas de sacarosa/ha (TSH), con un promedio mensual de 0,6 TSH (Corporación Financiera Nacional [CFN], 2021). La producción anual de caña de azúcar alcanzó 1,89 mil millones de toneladas en un área aproximada de 27 millones de hectáreas en más de 100 países (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2019).

Desde la siembra hasta la cosecha, la caña de azúcar es sometida por 4 etapas: germinación o emergencia, amacollamiento o ahijamiento, rápido crecimiento y maduración; cada una de estas etapas requieren de condiciones adecuadas, es importante mencionar que, los períodos de tiempo que requiere este cultivo son un poco largos. Los suelos que albergan a este cultivo deben ser ricos en nutrientes y las temperaturas varían de acuerdo a la etapa en la que se encuentre, es decir: germinación 24 a 37°C, amacollamiento 30°C, rápido crecimiento 30°C y la maduración 18°C en las noches, días calurosos y secos (Cruz, 2015).

Dentro del proceso de producción de etanol Cusme y Macías (2021) desarrollaron el siguiente diagrama de procesos:

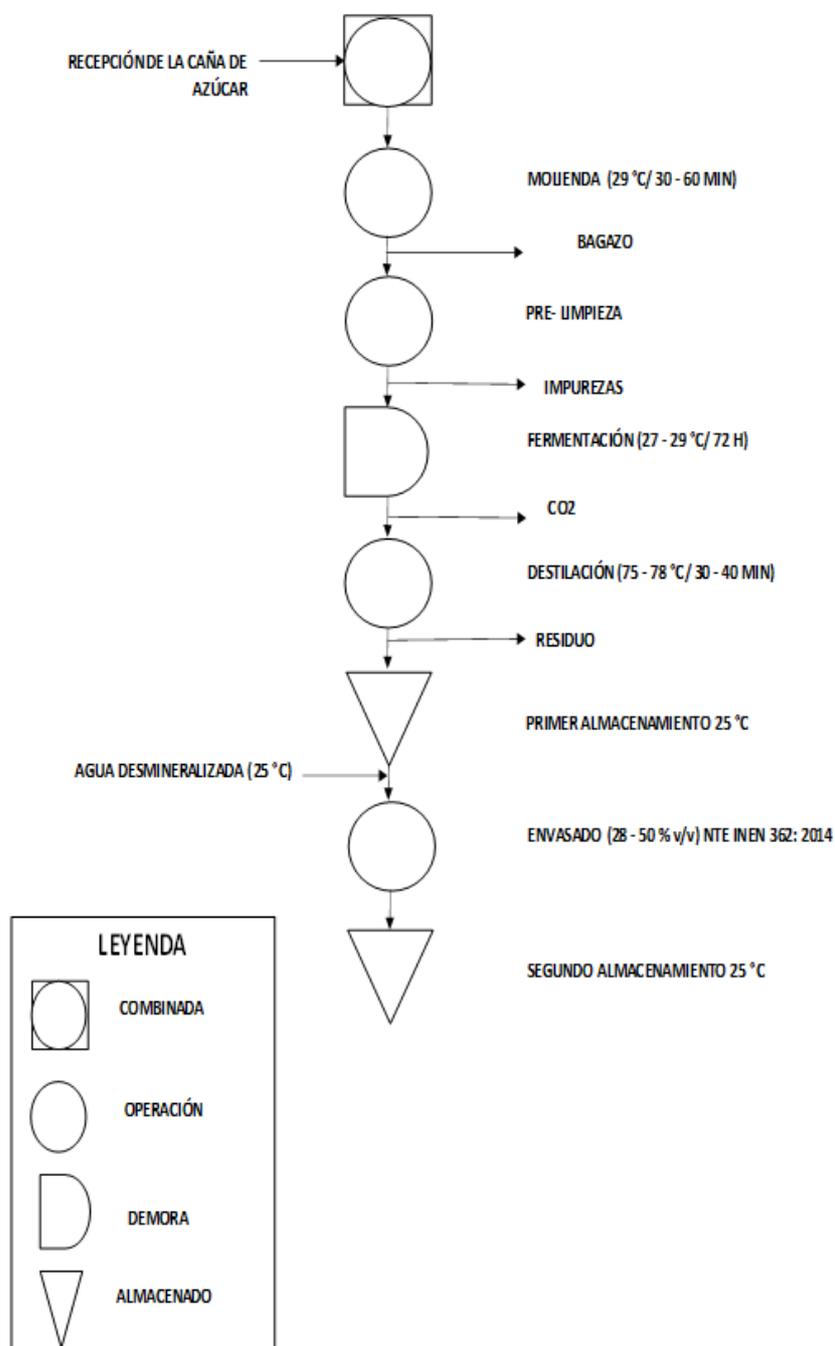


Figura 2.1. Proceso productivo de la obtención de etanol

Fuente: Cusme y Macías (2021)

2.2.1. SECTOR CAÑICULTOR EN ECUADOR

La caña de azúcar es un producto que se cultiva en las provincias de Guayas (88%), Imbabura-Carchi (6%), Loja (4%) y Cañar (2%) (MAG, 2019). En Ecuador, la

cosecha de caña principalmente se realiza de junio a diciembre, lapso en el que se colecta el 88% de la producción. Entre 2021 y 2022 en el país se cosecharon 6 '460.032 toneladas de caña de azúcar. Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua de 2021, en el país permanecen sembradas 130.677 hectáreas con caña de azúcar.

Manabí a pesar de no ser una provincia productora de grandes volúmenes de caña de azúcar, cuenta con una tradición bastante extensa en el tiempo (Prado *et al.*, 2018). La caña de azúcar es un cultivo agroindustrial de gran importancia en Ecuador por la capacidad de generación de empleo directo. El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador indica que el 20% se destina a la fabricación de Panela y el 80 % del área total sembrada en Ecuador está destinada para la producción de azúcar y alcohol etílico a partir del jugo de caña y la melaza respectivamente (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador [CINCAE], 2019).

2.2.2. CAÑICULTORES ARTESANALES DE ECUADOR

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (2019) menciona que en Ecuador existen alrededor de cinco mil cañicultores artesanales e independientes, concentrados en las provincias de Guayas, Cañar, Los Ríos, Imbabura, Cotopaxi y Pichincha. De un total de ciento cinco mil hectáreas, dieciocho mil se destinan a la producción de etanol.

La mayoría de los cañicultores se dedican a la transformación de la caña de azúcar entre los derivados artesanales se encuentran la panela, licor artesanal y alfeñiques, por otra parte, los residuos que genera este proceso son desechados o algunos son llevados como alimentos a los cerdos (Basanta *et al.*, 2007).

2.2.3. INFLUENCIA DE LA EMPRESA CAÑICULTURA EN EL MEDIO AMBIENTE

Los principales contaminantes del procesamiento de la caña de azúcar, son los siguientes:

- Residuos azucarados (de 7 a 9 %)

- Residuos alcalinos (3 %)
- Residuos ácidos (de 0,4 a 0,8 %)

Las nuevas alternativas energéticas a pesar de tener menos impactos negativos, no significa que sean amigables con el ambiente o que contaminen menos (Hidalgo, 2018). La producción de biodiesel y etanol genera aguas residuales contaminadas orgánicamente que, si se liberaran sin tratar, podrían incrementar la eutrofización de las masas de agua de la superficie, es decir, la acumulación de residuos orgánicos en diferentes fuentes hídricas como mares, lagos, ríos, entre otras (Peñaloza, 2018).

Los recursos hídricos también se verían afectados, ya que la producción de biocombustibles a partir de materias primas como caña de azúcar, requieren cantidades elevadas de agua (Pieragostini *et al.*, 2014). De igual manera señala Serna (2019) que los principales impactos ambientales están relacionados con incrementos de recursos y energía, con los riesgos potenciales sobre la calidad del agua y la conservación del hábitat de algunas especies animales y vegetales.

2.3. PROBLEMAS AMBIENTALES DERIVADOS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ETANOL DE CAÑA DE AZÚCAR

El impacto ambiental de un producto inicia con la extracción de las materias primas y termina cuando la vida útil del producto finaliza, convirtiéndose en un residuo que ha de ser gestionado adecuadamente. Durante la fabricación, las empresas deben evaluar el impacto ambiental que tiene su proceso, además tienen la responsabilidad sobre el impacto que ocasionan las partes involucradas en el proceso (Rondal, 2019).

Durante el procesamiento de la caña de azúcar las operaciones que mayor impacto ambiental tienen son la etapa agrícola y la de destilación. La etapa de destilación con mayor contribución al impacto GWP con 0,369 kg CO² por litro de etanol (Casas *et al.*, 2021). La agricultura es la segunda etapa del sistema que más contribuye al impacto potencial de calentamiento global (GWP) con 0,285 kg CO² por litro de etanol, seguido por la etapa de molienda con 0.0013 kg CO² por litro de etanol. La

cogeneración reporta un valor de $-0,0505$ kg CO² por litro de etanol (Larrahondo, 2016).

El impacto negativo de la etapa de cogeneración se relaciona con las emisiones producidas a partir de la mezcla incluyen plantas de energía basadas en combustibles fósiles y, por lo tanto, hay una reducción en las emisiones del desplazamiento (Johnson *et al.*, 2010).

La contribución de la etapa de destilación al impacto del GWP corresponde aproximadamente al 61%, seguida de la etapa agrícola con el 47%, la molienda etapa con 0,2%, y la etapa de cogeneración con $-8,4\%$. La considerable contribución de la etapa de destilación y la etapa agrícola se debe principalmente a las emisiones generadas en el proceso de fermentación, la urea y el diésel utilizado en las actividades de campo, respectivamente (Arcentales *et al.*, 2022).

2.4. DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS EN EL PROCESAMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR

El procesamiento de la caña de azúcar genera grandes cantidades de residuos sólidos y líquidos. Actualmente, los residuos del proceso de molienda y procesamiento de la caña de azúcar son aprovechados en su totalidad, al punto de ser considerados subproductos. Las plantas modernas utilizan residuos como combustible para generar energía. Aproximadamente un tercio de la energía generada es suficiente para mantener la operación de la planta y el resto se vende, generando ingresos para las empresas (Riera *et al.*, 2018).

Dentro de los residuos líquidos se encuentran grandes volúmenes como es la vinaza, efluente líquido rico en potasio, magnesio y sulfato con bajas cantidades de nitrógeno y fósforo; generado en el proceso de fabricación de etanol (Mwaura *et al.*, 2021). La vinaza se obtiene de las columnas de destilación donde se recupera el bioetanol del caldo fermentado sin levadura. Actualmente, la vinaza se utiliza de forma controlada, con la finalidad de regar y fertilizar los cultivos (Ahmed, 2016).

La melaza es otro subproducto líquido de la fabricación del azúcar. Es un líquido viscoso marrón con un olor fuerte, que contiene aproximadamente 50% (p/p) de

azúcar, otros nutrientes como ácidos orgánicos, vitaminas y minerales, así como un nivel de nitrógeno de aproximadamente 0,5 a 0,9% (p/v) (Campos y Estrada, 2017).

El bagazo y paja son residuos sólidos del procesamiento de la caña de azúcar. Actualmente, se les aplica diversos métodos de pretratamiento, los mismos que representan diferentes alternativas para la valorización de estos residuos (Miyamoto *et al.*, 2018). La demanda energética de plantas extractoras de caña de azúcar, pueden ser provistas integralmente por el calor y la bioelectricidad generados a partir de su propio bagazo. Es decir, estos residuos pueden ser utilizados de manera viable y pueden permitir a las empresas reducir costos de producción mediante esta forma; además, el bagazo también es utilizado en la industria papelera (LLerena, 2018).

2.5. ECO-BALANCE

El Eco-balance es una herramienta que permite conocer específicamente cada proceso que se desarrolla dentro un sistema productivo; para examinar y comparar tanto entradas como salidas de la materia prima empleada para obtención de un producto final, enfocándose en el acopio y organización de la información recolectada de forma cuantitativa (Gelber, 2017).

Dentro de una investigación realizada por Ilibay *et al.* (2021) se desarrolló un eco-balance para el cual se aplicó el programa de Microsoft Visio y se procedió a diseñar un esquema gráfico de forma sencilla y comprensible. Mediante esta investigación se determinó que el bagazo de caña de azúcar puede ser empleado como abono orgánico y como combustible directo en el proceso. Esto puede sustituir fertilizantes y madera para el proceso de destilación y además se puede asumir que mediante el eco balance se puede lograr un proceso más limpio y así mejorar el comportamiento ambiental por la reducción en las descargas de los desechos del proceso.

En Estados Unidos y Europa varias empresas han optado por aplicar la herramienta de gestión-análisis de Eco balance, esto debido a que los problemas ambientales son crecientes y las regulaciones gubernamentales han tenido un aumento

vertiginoso de control tanto así, que en los informes ambientales se exige la incorporación de aspectos del ciclo de vida del producto análisis "de la cuna a la tumba" (White y Wagner, 2018).

2.5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ECO-BALANCES

El Eco-balance se clasifica de acuerdo al ámbito de análisis (Rosales, 2018). Las definiciones de eco-balances están basadas en:

- Balance de productos: se fundamenta en conocer el ciclo de vida de un determinado producto.
- Balance de procesos: abarca todas las entradas y salidas que existen durante la creación del producto
- Balance de empresa: reúne todos los materiales que ingresan a la empresa y las emisiones, residuos, vertimientos que salen de la empresa.

Aguiar *et al.* (2021) presenta un modelo mediante un diagrama de flujo para la creación de un eco-balance, el cual nos permite identificar las entradas y salidas del procesamiento del etanol artesanal.

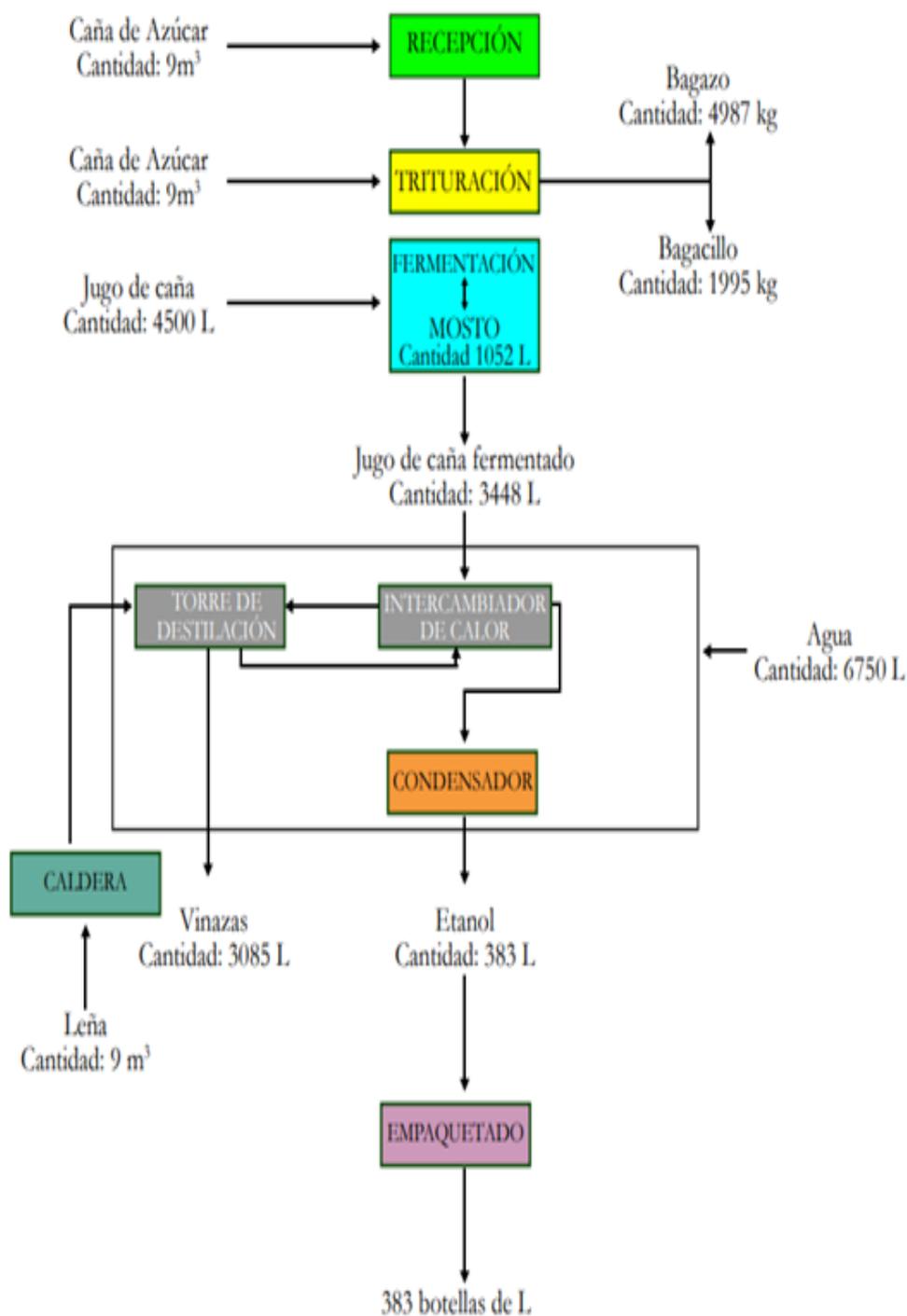


Figura 2.2. Diagrama de flujo del proceso productivo del etanol

Fuente: Aguiar *et al* (2021)

2.5.2. ELEMENTOS DEL ECO-BALANCE

Los eco balances permiten observar lo que sucede con los recursos e insumos utilizados en los procesos, desde que ingresan como materia prima hasta que salen como productos terminados posteriormente se procede a identificar los que más

contaminan o los que consumen demasiados recursos (Van Hoof *et al.*, 2018). Se consideran los siguientes elementos dentro de un eco-balance:

Tabla 2.2. Elementos de un Eco-Balance

Recursos/Elementos	Descripción
Materia Prima	Establecer las cantidades utilizadas y la forma en las que se usan dentro del proceso.
Energía	Determinar la fuente de energía y cantidad a utilizar
Aditivos	Establecer las cantidades de consumo
Residuos Sólidos	Determinar cantidades y clasificarlas según su tipo
Residuos Líquidos	Determinar cantidades y clasificarlas según su tipo
Gases Emitidos	Identificar las cantidades y clasificarlas
Producto Final	Identificar ¿cuál es el producto final que se obtendrá?

Fuente: Van Hoof *et al.* (2018)

Para la elaboración de un eco balance, se debe tener identificado o considerar el diagrama de proceso con el que se maneja la elaboración del producto, puesto que esta herramienta permite conocer cronológicamente la cadena de producción con información gráfica y cuantitativa.

2.6. MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.

Se presentan las siguientes medidas de gestión medioambiental de acuerdo a Reyes y Ochoa (2019):

- Medidas de reducción de consumo:
 - a) Consumo energético
 - b) Consumo de agua
 - c) Otras medidas para la reducción de emisiones y productos contaminantes
- Medidas de gestión de residuos:
 - a) Medidas de reducción de uso de papel.

- b) Medidas de reutilización de papel (impresión en hojas desechadas; uso de papel reciclado) y tóner (adquisición de cartuchos de tóner recargados).
- c) Medidas de reciclaje.

Prado *et al.* (2018) presentan un Plan de Gestión Ambiental para las empresas, el cual implica las siguientes acciones que a continuación se presentan:

- Identificar las necesidades de la empresa y conocer la situación de la empresa con relación a su competencia.
- Determinar los objetivos del plan de gestión de la empresa que deben estar ligados a las necesidades y a sus requisitos de producción.
- Buscar el mejoramiento de las acciones con el objetivo de alcanzar niveles de excelencia.
- Determinar las acciones tomando en cuenta los recursos económicos de la empresa actuales y futuros.
- La ejecución de las decisiones.
- El control de la ejecución de las acciones seleccionadas.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

Esta investigación se realizó en la Fábrica de Aguardiente Artesanal “No te piques”, localizada en el sitio Agua Fría del cantón Junín perteneciente a la provincia de Manabí (Ecuador), situada en las coordenadas 0°54'36.4" latitud al sur y 80°10'49.5" de longitud oeste. En el siguiente mapa se muestra la ubicación del área de estudio.



Figura 3.1. Mapa de ubicación del estudio Agua Fría del cantón Junín

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La presente investigación tuvo una duración de 7 meses, a partir de la aprobación de la planificación del trabajo de integración curricular, comprendiendo los meses desde marzo a septiembre del 2023.

3.3. VARIABLES EN ESTUDIO

3.3.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Materia prima (kg) que ingresa y sale de cada operación para la producción de etanol.

3.3.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Medidas de gestión ambiental

3.4. MÉTODOS

Para alcanzar los objetivos de la investigación se utilizaron los siguientes métodos:

3.4.1. MÉTODO CUANTITATIVO

El método cuantitativo es un método estructurado de recopilación y análisis de información que se obtiene a través de diversas fuentes, se lleva a cabo el uso de herramientas estadísticas y matemáticas con el propósito de cuantificar el problema de la investigación, busca medir un fenómeno, cuantificar, y expresar cifras (Useche *et al.*, 2019). Los parámetros estudiados en una población pueden ser resultados descriptivos o comparativos (Cadena *et al.*, 2017). El método cuantitativo se utilizó para la recopilación de datos e información del lugar donde se realizará la investigación y analizar las variables dependientes.

3.4.2. MÉTODO CUALITATIVO

El método de investigación cualitativo se basa en el proceso de investigación que busca la comprensión profunda de un fenómeno dentro de su entorno natural, esto se basa en métodos de recolección de datos más enfocados en la comunicación que en los procedimientos lógicos o estadísticos (Daza, 2018). Este tipo de investigación se basa en el juicio de los investigadores, por lo que se debe reflexionar cuidadosamente sobre sus elecciones y suposiciones (Fuster, 2019). Este método cualitativo, fue fundamental para comprender los procesos que se llevan a cabo para la producción de etanol a partir de la caña de azúcar en la destilería de aguardiente artesanal “No te piques” y también el manejo que se le da a los residuos y desechos de este procedimiento para así establecer las medidas de gestión ambiental.

3.5. TÉCNICAS

3.5.1. OBSERVACIÓN DIRECTA

La técnica de observación directa se basa en la recolección de datos que consiste básicamente en observar el objeto de estudio dentro de una situación particular; esto se hace sin necesidad de intervenir o alterar el ambiente en el que se desenvuelve el objeto (Crotte, 2017). El uso de esta técnica proporcionó información para el diagnóstico de la situación actual que se encuentra la destilería de aguardiente artesanal “No te piques” perteneciente al cantón Junín.

3.5.2. ENCUESTA

Una encuesta es un método sistemático para recopilar información de una muestra de individuos con el propósito de crear descriptores cuantitativos que reflejen las características de la población general a la que estos individuos pertenecen; es una herramienta poderosa en la investigación, ya que permite obtener información valiosa directamente de la población o muestra de interés (Huarcaya, 2020). La aplicación de esta técnica en la investigación realizada se llevó a cabo en la destilería de aguardiente artesanal “No te Piques”. Se realizó una encuesta adaptada reflexivamente al tema de investigación, al dueño y trabajadores de la destilería, con el objetivo de recopilar toda la información necesaria para el diagnóstico de la situación en que se encontraba actualmente la destilería.

3.5.3. GEORREFERENCIACIÓN

La georreferenciación es la ubicación de un punto o puntos en concretos sobre la superficie de la tierra, es una técnica de procesamiento espacial que utiliza las coordenadas de mapa para determinar una localización geográfica única en el espacio y, así, poder facilitar esta información a las diferentes entidades cartográficas de forma digitalizada (Katchadourian *et al.*, 2018). Esta técnica fue de suma importancia debido a que se estableció el área de estudio donde se realizó la investigación, donde se delimitó geográficamente la zona de estudio de la destilería.

3.5.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO

Este tipo de técnica proporciona un enfoque por el que se confecciona un resumen de información que dan los datos de una muestra. Es decir, su meta es hacer síntesis de la información para arrojar precisión, sencillez, aclarar y ordenar los datos (Velásquez y Tocuyo, 2021). Se llevó a cabo el levantamiento de información acerca de los procesos que se llevan a cabo para la producción de etanol y materia prima que entra y sale durante el periodo de investigación, y después a partir de eso se elaboró un eco-balance, donde la estadística descriptiva permitió la obtención de los datos para su elaboración.

3.5.5. ANÁLISIS DOCUMENTAL

El análisis documental es una operación intelectual que da lugar a un subproducto o documento secundario que actúa como intermediario o instrumento de búsqueda obligado entre el documento original y el usuario que solicita información. El calificativo de intelectual se debe a que el documentalista debe realizar un proceso de interpretación y análisis de la información de los documentos y luego sintetizar (Salazar y Tobón, 2018). Se llevó a cabo la utilización en el trabajo de investigación debido a las fuentes bibliográficas que se buscaron para el establecimiento de las medidas de gestión ambiental en la destilería artesanal de aguardiente.

3.6. PROCEDIMIENTOS

3.6.1. FASE I. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA DESTILERÍA DE AGUARDIENTE ARTESANAL “NO TE PIQUES”.

Actividad 1. Recolección de información.

Para la recolección de información se realizó un recorrido de identificación de la destilería artesanal “No te Piques” ubicada en el sitio Agua Fría del cantón Junín, en el cual se evidenció a través de una ficha de observación (ver anexo 2), ya que esta permitió llevar un registro ordenado de los diferentes datos y observaciones más importantes referentes a los procesos para la obtención del etanol y por tanto los residuos que se generan de dicho proceso, la zona de estudio fue debidamente

georreferenciada por medio de la aplicación Handy GPS, el cual fue procesada a través de un mapa en el software ArcGIS obteniendo el lugar donde se realizó la investigación. Se tomaron datos en cada uno de las operaciones desde la etapa inicial de la caña de azúcar hasta la etapa final con la obtención del alcohol artesanal como producto final.

Actividad 2. Encuesta

Posteriormente se aplicó una encuesta (ver anexo 1) dirigida al dueño de la destilería, la cual constó de 20 preguntas las cuales hicieron referencia a los temas sociodemográficos, económicos y ambientales. El diseño de la encuesta, se basó en la información de Troncoso y Amaya (2017) el cual expone aspectos a considerar en el registro de protocolo para la aplicación de encuestas.

3.6.2. FASE II. ELABORACIÓN DE UN ECO-BALANCE EN FUNCIÓN DE LA MATERIA PRIMA QUE ENTRA Y SALE EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL.

Actividad 3. Determinación del eco-balance

Para la elaboración de un eco-balance, se identificaron aspectos críticos en todas las etapas de un proceso productivo (Bortoletto *et al.*, 2018). Se realizó un diagnóstico sobre la parte del manejo técnico de cada operación, se recopiló información estadística de la producción, cantidades y costos de materias primas, productos, desechos; e información en general del procesamiento. Los autores del presente estudio realizaron un monitoreo durante 3 meses para posteriormente realizar el análisis estadístico descriptivo de la variable independiente tomando como referencia el diagrama de flujo de Aguiar *et al.* (2021) del proceso productivo del etanol artesanal.

Para el desarrollo del eco-balance, se tomó en cuenta la investigación Ilibay *et al.* (2021) en la que se desarrolla una descripción de cada proceso que se realiza para la producción del alcohol artesanal. Se pesó el ingreso de la materia prima (kg),

tanto como de los residuos sólidos y líquidos que genera cada proceso y sus unidades volumétricas fueron transformadas a unidades de masa.

A continuación, se detalla un ejemplo una tabla de datos sobre las entradas y salidas:

Tabla 3.1. Datos de entradas y salidas de cada operación unitaria para el procesamiento de etanol

Operaciones unitarias entradas y salidas								
Operaciones	Entradas				Salidas			
	Materiales	Unidad L	Densidad kg/L	Unidad kg	Productos	Unidad L	Densidad kg/L	Unidad kg
Operación 1	A1	...	...	...	B1	...	...	...
Operación 2	A2	...	...	...	B2	...	...	...
Operación 3	A3	...	...	...	B3	...	...	...
Total								

3.6.3. FASE III. PROPONER MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL

Actividad 4. Revisión bibliográfica de las respectivas medidas de gestión ambiental

Se llevó a cabo un estudio bibliométrico y revisión sistemática para determinar el estado de las medidas de gestión ambiental a las problemáticas ambientales que se identificaron como puntos críticos (Massolo, 2015). La mencionada revisión bibliográfica se realizó en las bases de datos de Web of Science, y Scopus. Los

términos utilizados se recogieron del estudio de diagnóstico del proceso productivo y ambiental que se realizó. La búsqueda de información se basó en la implementación de los diferentes métodos de aprovechamiento de los respectivos residuos en la producción de etanol y así proporcionar la medida respectiva de gestión ambiental (González *et al.*, 2017).

Actividad 5. Socialización de las respectivas medidas de gestión ambiental en la destilería de aguardiente artesanal “No te Piques”

Ya una vez que se realizó la respectiva búsqueda de información, y ya definidas las medidas de gestión ambiental adecuadas a proponer se socializó la información recabada con los involucrados en la destilería de aguardiente artesanal “No te piques” ubicada en el cantón Junín.

Mediante la socialización, los involucrados aprenderán detalles técnicos relevantes de su entorno, sobre normas de convivencia, costumbres, y responsabilidad ambiental, para integrarse en la sociedad (Valencia, 2016).

Se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Presentación de resultados
- Presentación de puntos críticos
- Sugerencias y recomendaciones.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FASE I. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA DESTILERÍA DE AGUARDIENTE ARTESANAL “NO TE PIQUES”

Los procesos identificados para la producción del etanol en la destilería de aguardiente artesanal “No te Piques” fueron los siguientes:

Tabla 4.1. Descripción de los procesos en la elaboración de etanol a partir de la caña de azúcar

Procesos	Descripción	
Selección de la materia prima	<p>La materia prima principal es la caña de azúcar, en la cual el grado de madurez de esta juega un papel importante en la calidad del producto final (etanol).</p> <p>De acuerdo a Durán <i>et al.</i> (2014), indica que un grado de madurez óptimo de la caña de azúcar varía entre 16 y 24° Brix, pero la concentración de sólidos solubles en el jugo de caña de azúcar puede variar en épocas de lluvia entre 17-19° Brix y en épocas secas de 19-22° Brix (Patiño y Bladimir, 2011).</p> <p>Para Salazar (2019) obtener resultados óptimos, depende de la calidad del suelo en que se cultive la caña de azúcar y que alcance un grado de madurez óptimo de 18 y 22° Brix</p>	
Molienda	<p>La molienda es el primer proceso en la obtención de etanol, operación de la cual se extrae el jugo de la caña. Dentro de la empresa, la máquina de molienda tiene un enfoque manual la cual consiste en un par de molinos accionados por un motor a diésel, en el cual ingresa la caña por los molinos, la tritura y se obtiene 2 productos: el jugo (líquido) y el bagazo residual de la caña.</p> <p>De acuerdo a Resano <i>et al.</i> (2022), esta fase ha sido objeto de estudio y análisis detallado. Donde la selección del molino adecuado, la velocidad y la presión adecuada son fundamentales para optimizar el rendimiento, la calidad del etanol y la sostenibilidad del proceso (Orozco, 2019).</p>	

La fermentación es el segundo proceso, el cual es esencial en la obtención de etanol.

El jugo de la caña ingresa a tanques, donde se añade levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*), y se deja actuar por tiempo de 72 horas, el tiempo puede variar en función a las condiciones ambientales, como temperatura y el pH.

Fermentación

En la fermentación de acuerdo a Delgado y Soler (2020), los azúcares presentes en el jugo de caña, principalmente la sacarosa, son convertidos en etanol y dióxido de carbono por la acción de microorganismos, principalmente levaduras.

La selección de una cepa de levadura adecuada con características como alta actividad fermentativa, tolerancia al alcohol y resistencia a contaminantes es crucial para el éxito de la fermentación (Otero *et al.*, 2017).



Ya completado el proceso de fermentación, inicia el tercer proceso la destilación.

El jugo de caña ya fermentado se calienta en un alambique, aparato tradicional utilizado para la destilación, el calor provoca la evaporación del alcohol y otros compuestos volátiles, mientras que el agua y las impurezas no volátiles permanecen en el fondo del alambique.

Destilación

Los vapores generados ascienden por un tubo en forma de cuello de cisne y se condensan en un serpentín refrigerado por agua fría.

El líquido condensado resultado de este proceso es el etanol (currincho) con una concentración de 80 grados.

Vásquez y Tapia (2019) afirman que un alambique de calidad permite una destilación eficiente y evita la contaminación del producto final. Mientras Figueroa *et al.* (2015) opinan que una caña madura y libre de enfermedades produce un alcohol de mayor calidad.



El currincho, producto obtenido tras la destilación, se deja enfriar y se almacena en tanques de 550 litros. Estos tanques están diseñados para preservar la calidad del producto hasta su comercialización. El almacenamiento es crucial para mantener la integridad del currincho y satisfacer las demandas del mercado interno.

Reservorio

El reservorio debe estar hecho de un material inerte que no reaccione con el currincho, como acero inoxidable o vidrio. Este debe proteger de la luz solar directa, ya que puede afectar su sabor y aroma (Chirinos *et al.*, 2019).

Según Carvajal *et al.* (2021) el reservorio debe tener un sistema de control de temperatura para mantener el currincho a la temperatura ideal y debe contar con un sistema de control de humedad para mantener el nivel de humedad adecuado.



4.1.1. ENCUESTA REALIZADA A LOS DUEÑOS DE LA DESTILERÍA “NO TE PIQUES”

Es importante destacar que esta empresa posee una dinámica familiar arraigada en su esencia, siendo propiedad de un padre y sus hijos. Esta característica subraya el carácter familiar y el compromiso compartido en la gestión y dirección de la destilería. Es crucial recalcar que el sustento económico de todos los involucrados está íntimamente ligado a las actividades artesanales que se realizan diariamente en estas instalaciones. Esta dependencia económica resalta la relevancia que tiene este negocio para la estabilidad financiera y el bienestar de la familia, y refleja la tradición que han venido cultivando durante muchos años.

La encuesta ofreció una oportunidad única para obtener información detallada sobre diversos aspectos de la destilería y cómo esta influye en las vidas de quienes la dirigen. A través de las respuestas proporcionadas en la entrevista, se espera arrojar luz sobre la dinámica económica y ambiental de esta empresa artesanal, permitiendo una evaluación más precisa y una comprensión holística de su funcionamiento.

Uno de los participantes fue el Sr. Víctor Bravo cabeza de familia y de la empresa, padre de 4 hijos participantes en la destilería, a continuación, se detallan las preguntas, con sus respectivos gráficos estadísticos y su análisis.

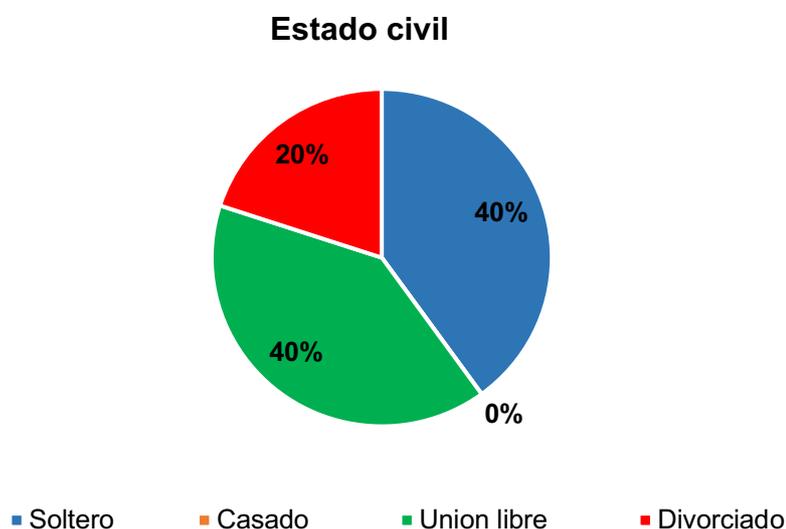


Figura 4.1. Estado civil de las personas encuestadas

A continuación, en la Figura 4.1, se observa que, de un total de 5 miembros en cada familia, se ha observado una diversidad de estados civiles que contribuyen a la heterogeneidad de situaciones. En concreto, se ha encontrado que 2 de los miembros corresponden a la unión libre como su estado civil, reflejando la dinámica de relaciones no formalizadas legalmente. Además, uno de los integrantes ha pasado por un proceso de divorcio, lo que sugiere un cambio en su estado civil anterior. Por otro lado, se ha identificado que 2 de los miembros son solteros, lo que aporta otra dimensión a la estructura familiar.

La variedad de estados civiles observados no sólo subraya la diversidad en las situaciones familiares, sino que también resalta la importancia de considerar diferentes circunstancias al evaluar la situación económica de las actividades en cuestión. Según Márquez (2021) la variedad de los estados civiles nos permite obtener una visión completa de los factores que pueden influir en la dinámica económica y, por ende, tomar decisiones informadas y precisas.

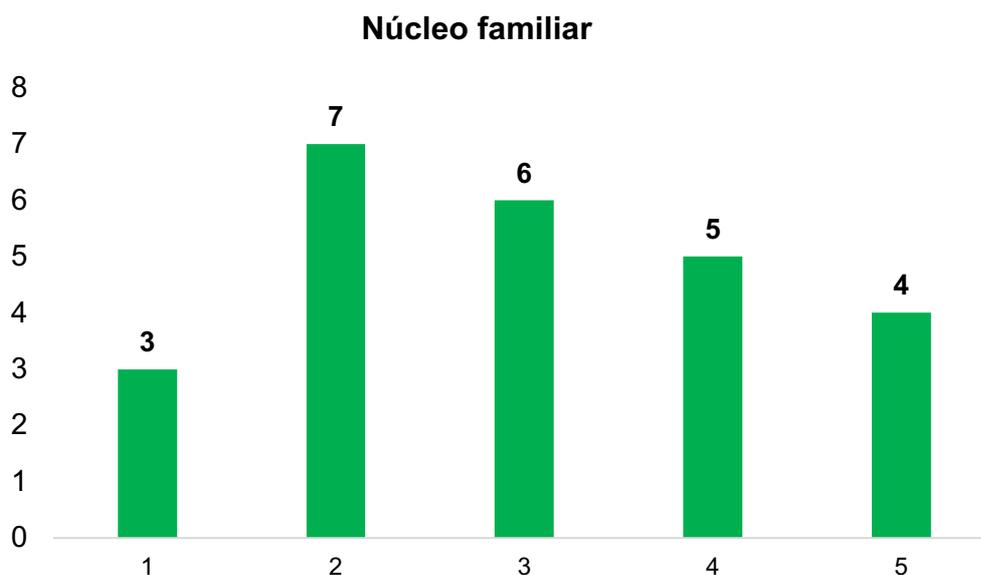


Figura 4.2. Personas que conforman el núcleo familiar

En la Figura 4.2, la familia está compuesta en su totalidad de 25 miembros entre jefes de hogar, esposas, hijos, nietos, nueras y yerno dependientes de manera única económicamente de esta empresa, recalcando que todos los miembros cabeza de hogar cuentan con cargas familiares.

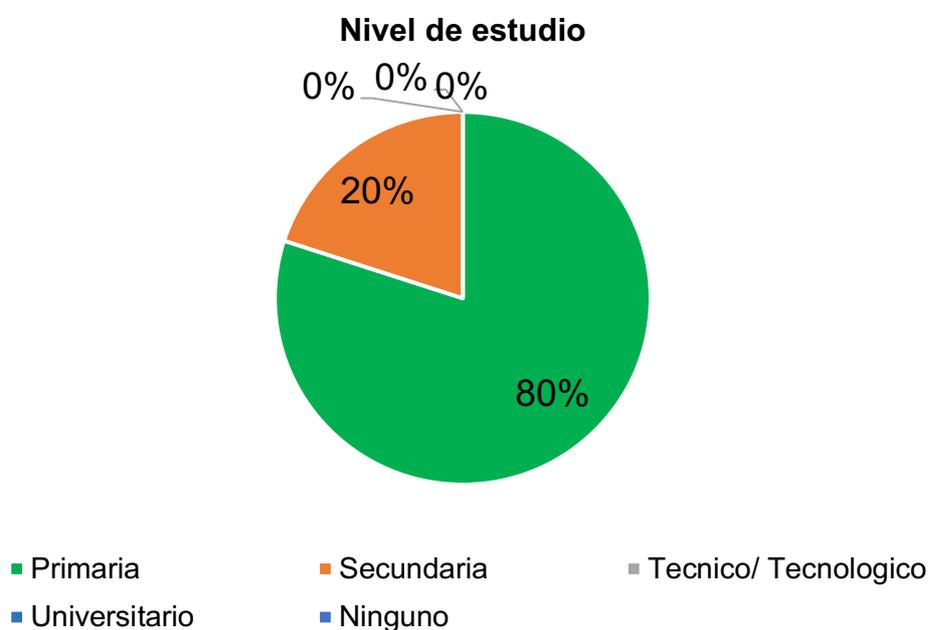


Figura 4.3. Nivel de estudio de las personas encuestadas

Con base a la Figura 4.3, representa la información sobre el nivel de estudios de los individuos involucrados en la empresa familiar artesanal: según los datos recopilados, se observa que aproximadamente el 80% de los integrantes de la

empresa familiar han completado solamente la educación primaria. Además, se observa que un 20% de ellos ha alcanzado el nivel de educación secundaria. Es importante destacar que, a pesar de su nivel de educación limitado, estos individuos han estado involucrados en la empresa desde tempranas edades. Su experiencia y habilidades adquiridas en el ámbito artesanal a lo largo de los años han sido fundamentales para el éxito y la continuidad del negocio familiar.

De acuerdo a Cañellas (2015) la educación formal proporciona conocimientos teóricos y habilidades básicas, así mismo Hernández (2016) opina que la experiencia práctica y el aprendizaje informal en el entorno laboral puede ser igualmente valiosos, particularmente en campos especializados como la artesanía.

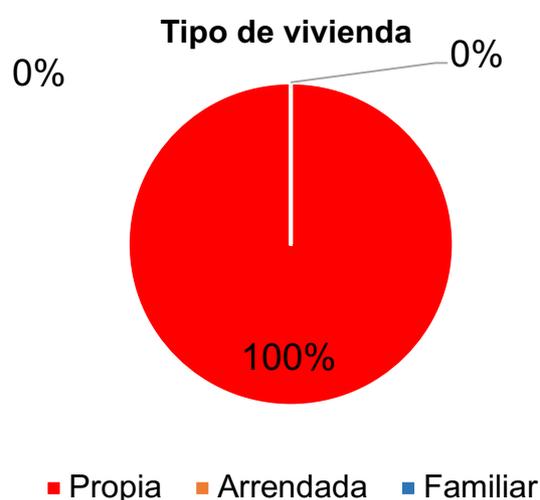


Figura 4. 4. Tipo de vivienda de las personas encuestadas

En la Figura 4.4, detalla el tipo de vivienda que habita la familia Bravo, gracias al esfuerzo conjunto de todos estos años han asegurado sus viviendas propias en una pequeña finca. Actualmente, esta propiedad alberga a múltiples generaciones, incluyendo al padre, la madre, los hijos y los nietos. Cada una de estas familias reside en casas separadas dentro de las mismas hectáreas de terreno que les corresponden.

La convivencia en casas separadas permite a cada familia mantener su privacidad y autonomía, al tiempo que fomenta la unidad y la comprensión en un entorno familiar cercano. La pequeña finca se ha convertido en un lugar donde las diferentes generaciones pueden compartir experiencias y tradiciones, fortaleciendo así los

lazos familiares y de labores, valorando el esfuerzo conjunto que ha hecho posible esta realidad.

El factor principal que determina el tipo de vivienda que una persona pueda acceder es su nivel de ingresos (Cabrera *et al.*, 2017). Las preferencias personales de las personas, como el tamaño de la familia, el estilo de vida y la ubicación deseada, juegan un papel importante en la elección del tipo de vivienda (Durán y Condori, 2016).

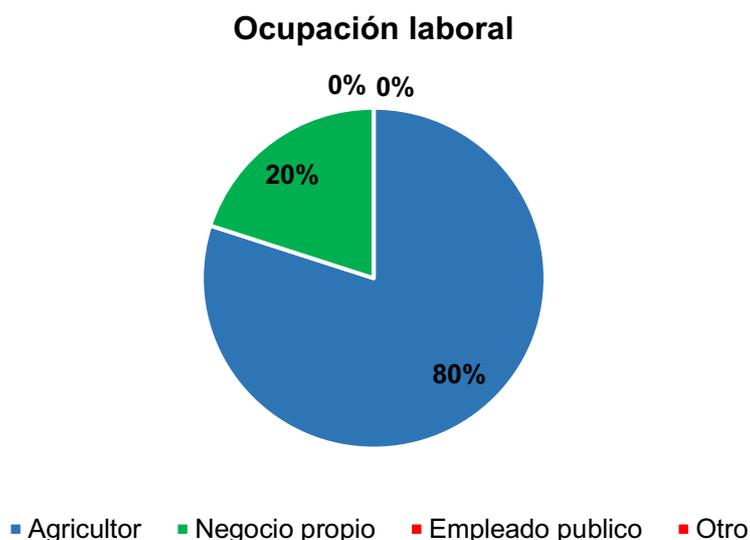


Figura 4.5. Ocupación laboral de las personas encuestadas

En la Figura 4.5, se observa que, a pesar de ser propietarios de la empresa, el 80% de la familia Bravo, compuesto por 4 miembros que son los líderes de la familia, se consideran principalmente agricultores. Su labor se enfoca en todo el ciclo de producción de la caña de azúcar, desde la siembra y el mantenimiento de los cultivos hasta la cosecha y todas las actividades relacionadas con el procesamiento de la caña.

Por otro lado, uno de los miembros de la familia, que también es el cabeza de hogar, se encarga de la comercialización de los productos derivados de la caña de azúcar. Esto incluye la venta de alcohol artesanal. En consecuencia, esta parte de la familia considera que poseen su propio negocio en el sector. Esta división de roles y responsabilidades dentro de la familia Bravo contribuye a la prosperidad y el éxito de su empresa, ya que combina la experiencia agrícola con las habilidades comerciales, garantizando así un negocio sólido y sostenible.

¿Hace cuánto tiempo se dedica a la producción y venta de alcohol artesanal (etanol)?

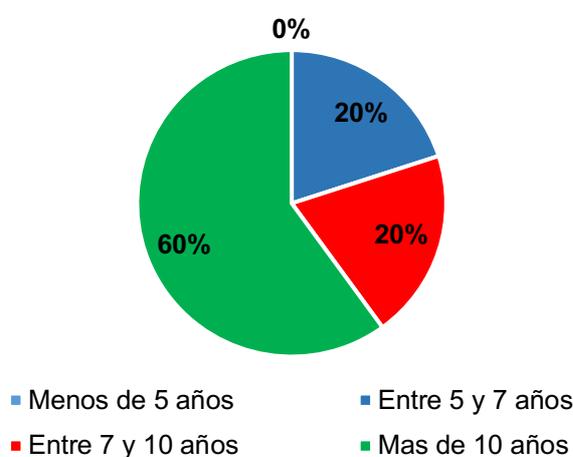


Figura 4.6. Tiempo de experiencia en la producción y venta de alcohol artesanal

La Figura 4.6, destaca que tres de los cinco miembros de la empresa, incluyendo al Sr. Víctor Bravo, quien es el líder de la familia, han estado dedicados exclusivamente a la producción y venta de alcohol artesanal, durante más de 10 años. Además, se menciona que la descendencia de estos miembros, en un período de 5 a 7 años, ha seguido el mismo camino, incorporándose activamente en esta área de negocio.

Este compromiso de larga data en la producción y comercialización de etanol demuestra la experiencia y el conocimiento acumulados por estos miembros de la familia Bravo en la industria. Su legado y dedicación en esta actividad han contribuido significativamente al éxito continuo de la empresa y han sentado las bases para que las generaciones futuras continúen con esta tradición artesanal y próspera.

El tiempo y la experiencia de las personas que trabajan en las destilerías representan una riqueza invaluable, su conocimiento acumulado sobre las técnicas de elaboración, la selección de ingredientes y el manejo de barricas o tiene precio y se convierte en un legado que se transmite a las nuevas generaciones (García, 2016). La pasión y dedicaciones de las personas son el alma de las destilerías artesanales, ya que su experiencia es el ello distinto que garantiza calidad y autenticidades de sus productos (Abrigo, 2021).

A continuación, se detalla los resultados en relación a la pregunta de la producción de caña de azúcar que se necesita para obtener alcohol artesanal diariamente, los miembros de la empresa mencionan que, aunque no cuenta con una cantidad promedio escrita de la producción diaria de caña de azúcar necesaria para obtener alcohol artesanal, su proceso implica el corte y molienda de la materia prima. Este proceso es fundamental en la obtención del alcohol, ya que partir de la caña de azúcar se extrae el jugo que posteriormente se fermenta y destila para producir el alcohol deseado. Aunque no especifican una cantidad exacta, la caña de azúcar es la materia prima clave en la elaboración del alcohol artesanal, y su procesamiento adecuado es crucial para obtener un producto de calidad.

¿Cuál es la ganancia que le deja la venta de alcohol artesanal mensualmente?

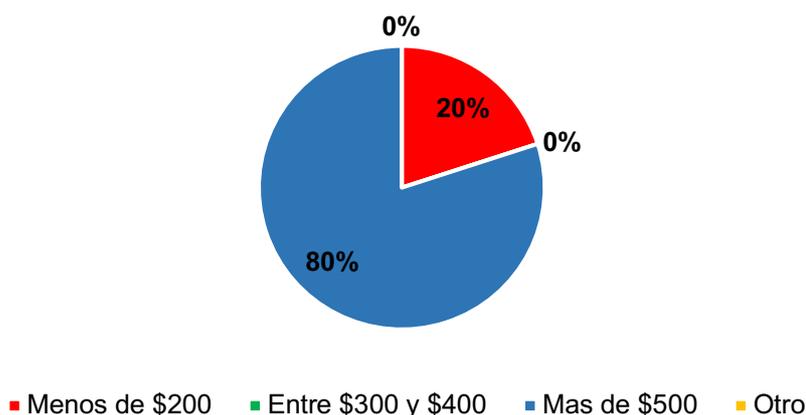


Figura 4. 7. Ganancia de venta del alcohol artesanal de las personas encuestadas

En la Figura 4.7, se constata que los miembros de esta empresa señalan que, durante la temporada alta, conocida como la zafra, logran obtener ganancias considerables, superando los \$500 mensuales. Estos ingresos están directamente relacionados con la demanda de alcohol que se genera en ese período. Sin

embargo, en las temporadas bajas, la situación es diferente, ya que las ganancias no llegan a alcanzar ni los \$200 mensuales. Por esta razón, en esas épocas, optan por diversificar su producción y se dedican a la fabricación de panela.

Esta estrategia de adaptación a las diferentes estaciones del año refleja la flexibilidad y la capacidad de la empresa para ajustarse a las variaciones de la demanda en el mercado. La producción de panela en las temporadas bajas contribuye a mantener ingresos y estabilidad financiera durante los periodos menos rentables para la producción de etanol.

Las destilerías artesanales pueden generar ganancias significativas, especialmente aquellas que han logrado establecer una marca sólida y una base de clientes leales (Chamorro, 2021). Las destilerías más grandes con mayor capacidad de producción suelen generar mayores ganancias que las destilerías pequeñas (Abrigo, 2021).

¿Dónde comercializa este producto?

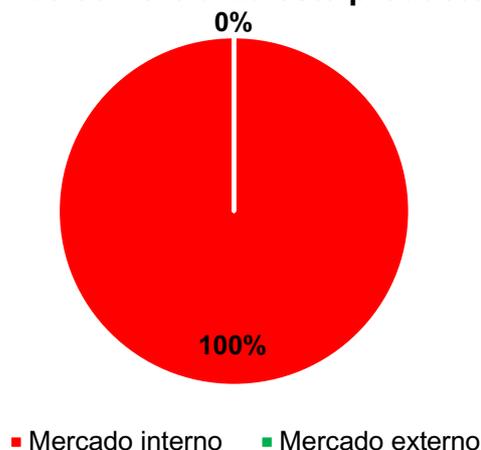


Figura 4.8. Lugar donde comercializan las personas encuestadas del alcohol artesanal

La Figura 4.8, los entrevistados indican que su producto artesanal se comercializa principalmente en el mercado interno, con un enfoque local. Sin embargo, destacan que su principal fortaleza se encuentra fuera de la provincia, específicamente en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas. En este lugar, su producto es mucho más valorado y remunerado. Esta estrategia de expansión fuera de la provincia hacia mercados más amplios, como Santo Domingo de los Tsáchilas, es una prueba del éxito y la calidad de su producto artesanal. La demanda y la mejor

remuneración que reciben en esta ciudad demuestran el potencial de su negocio y su capacidad para llegar a nuevos clientes fuera de su área de origen.

De acuerdo a Chico y Guerra (2022) la comercialización de alcohol artesanal a nivel local contribuyen al desarrollo económico de las comunidades, generando empleo, impulsando la demanda de productos y diversificando la economía. Así mismo el alcohol artesanal de alta calidad puede encontrar nichos de mercado en el extranjero, generando ingresos por exportación y posicionando la marca y la región en el mercado internacional (Guerrero, 2019).

¿Qué fuentes de suministro de agua utiliza para el proceso productivo del alcohol?

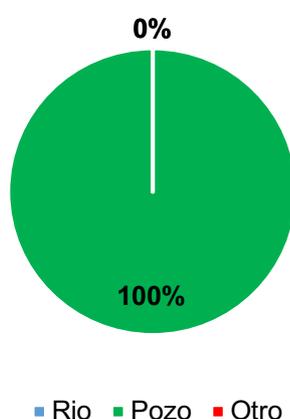


Figura 4.9. Fuente de suministro para el proceso productivo del alcohol

A continuación, en la Figura 4.9, los entrevistados mencionan que su principal fuente de suministro de agua, es un pozo subterráneo ya que es esencial para mantener sus cultivos y para llevar a cabo todos los procesos necesarios en la producción de etanol. Este pozo fue construido de manera manual hace muchos años y ha sido fundamental para abastecer una cantidad significativa de agua, que se utiliza de manera abundante durante la temporada de zafra. La utilización de un pozo subterráneo demuestra la capacidad de la empresa para gestionar de manera eficiente y sostenible sus recursos hídricos. La dependencia de esta fuente de agua es esencial para mantener los cultivos en la temporada de la producción de etanol y asegurar la continuidad de sus operaciones, especialmente durante los períodos de alta demanda en la zafra.

El agua es un elemento fundamental en la elaboración de alcohol artesanal, desde la selección de ingredientes hasta el proceso de fermentación, maduración y embotellado (Calle, 2017). Las destilerías artesanales deben ser conscientes de la importancia del agua y adoptar prácticas responsables para garantizar su uso eficiente y sostenible (Albert, 2012).

En relación a la pregunta sobre los residuos generados durante el procesamiento de la caña de azúcar para la obtención del alcohol artesanal, los entrevistados explican que se producen dos tipos de residuos:

- **Bagazo:** este residuo corresponde a la fracción sólida y se obtiene durante el primer proceso, que implica moler la materia prima (la caña de azúcar). El bagazo es una especie de pulpa fibrosa que queda después de extraer el jugo de la caña y es considerado un residuo sólido (Ver en el anexo 3).
- **Mostacho:** el mostacho es un residuo líquido que se obtiene durante el tercer proceso, que involucra la destilación del jugo de la caña de azúcar después de haber fermentado. Es un subproducto líquido que se separa durante la destilación y que también forma parte de los residuos generados en la producción de alcohol artesanal (Ver en el anexo 3).

Estos dos tipos de residuos son un subproducto inevitable del proceso de obtención del alcohol artesanal y pueden requerir gestión y disposición adecuadas para minimizar su impacto ambiental (Carvajal *et al.*, 2021).

En cuanto a la pregunta relacionada sobre el destino de los residuos de la caña de azúcar, se proporciona la siguiente información detallada:

- El bagazo se deposita en un área específica cercana al lugar donde se procesa la caña y se deja al aire libre para su descomposición natural. Además, mencionan los entrevistados que en algunas ocasiones este residuo es entregado a terceros para ser utilizado como alimento para animales, como vacas y cerdos. Esta práctica demuestra un enfoque de reciclaje y reutilización de los residuos, contribuyendo a reducir el desperdicio y aportando valor al proporcionar alimento para los animales.

- El mostacho, el residuo líquido, se vierte en una poza que fue excavada por los propios miembros de la empresa, que tiene una profundidad de aproximadamente 3 metros. Este residuo líquido se degrada al aire libre a medida que pasa el tiempo y, con el tiempo, se absorbe en el suelo. También se mencionó que, en algunas ocasiones, el mostacho se utiliza como abono para el cultivo de caña de azúcar. Este se usa como abono, esparciéndose como riego en los campos de caña de azúcar, ha demostrado ser beneficioso para la cosecha.

Sabe lo que significa, ¿Qué es una gestión ambiental?

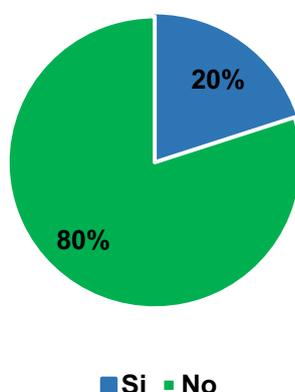


Figura 4.10. Pregunta a los encuestados acerca de su conocimiento sobre ¿qué es una gestión ambiental?

La Figura 4.10, presenta de forma clara y concisa los resultados de las entrevistas acerca del conocimiento en torno al concepto de gestión ambiental. Se evidencia que el 80% de los encuestados respondió "no" a la pregunta, lo que refleja una falta de conocimiento sobre la gestión ambiental. En contraste, el 20% de los entrevistados respondió afirmativamente, lo que sugiere que al menos una persona está familiarizada con la gestión ambiental. La falta de conocimiento sobre lo que implica la gestión ambiental pone de manifiesto la insuficiente dedicación de las autoridades encargadas de regular estas pequeñas empresas, ya que no se brinda capacitación alguna al respecto.

La falta de conocimiento sobre las regulaciones ambientales aumenta el riesgo de que las destilerías artesanales incurran en incumplimientos, lo que puede generar multas, sanciones e incluso el cierre del negocio (Sánchez, 2015). La falta de conocimiento sobre gestión ambiental es uno de los desafíos que enfrentan las destilerías artesanales para operar de manera sostenible (Gómez y Mozo, 2021).

Tiene conocimiento de alguna gestión ambiental

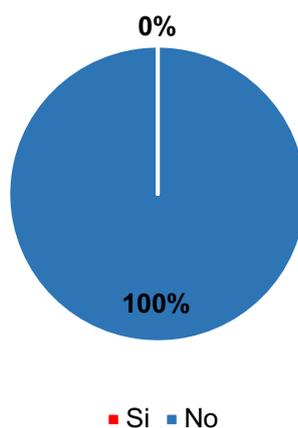


Figura 4.11. Pregunta a los encuestados acerca de su conocimiento sobre ¿qué es una gestión ambiental?

Acerca de la Figura 4.11, se refleja una respuesta unánime: todos los entrevistados respondieron "no" a la pregunta, lo que indica que carecen de conocimiento acerca de cualquier aspecto relacionado con la gestión ambiental. Estos resultados subrayan la importancia de abogar por la concienciación y la educación en el ámbito de la gestión ambiental, un tema que podría ser crucial para futuras capacitaciones o para la implementación de iniciativas de sensibilización ambiental.

Alguna persona de su hogar ha recibido alguna capacitación en temas ambientales

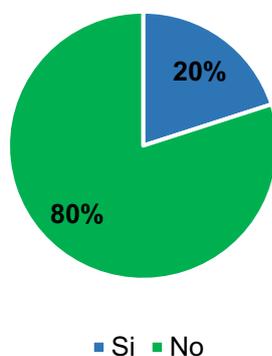


Figura 4.12. Pregunta a los encuestados relacionada con haber recibido alguna capacitación en temas ambientales

La Figura 4.12, muestra claramente que de los 5 entrevistados, un 80% (4 personas) indicaron que en sus hogares nadie ha recibido capacitación en temas ambientales. Por otro lado, un entrevistado (el 20% restante) respondió afirmativamente, lo que sugiere que al menos una persona en su hogar ha recibido formación en temas ambientales. Estos resultados resaltan que en la mayoría de los hogares de los entrevistados no se ha brindado capacitación en cuestiones ambientales, lo que subraya la importancia de promover la educación y la concienciación ambiental en la comunidad. La poca falta de capacitación en las familias acerca de temas ambientales, es un tema preocupante debido a lo que se está evidenciando en el presente relacionado con el medio ambiente.

Desearía usted participar en proyectos asociados a la gestión ambiental

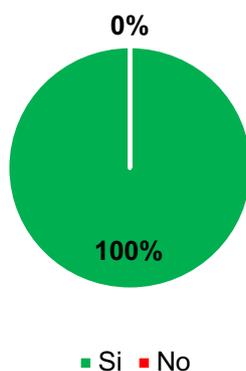


Figura 4.13. Pregunta a los encuestados sobre ¿sí desearían participar en proyectos asociados a la gestión ambiental?

En la Figura 4.13, se observa que los involucrados de la empresa, lo que equivale al 100%, expresaron su deseo de participar en proyectos relacionados con la gestión ambiental, por lo tanto, estos resultados muestran un alto nivel de interés en la participación de proyectos de gestión ambiental entre la mayoría de los entrevistados. Esto sugiere un potencial positivo que involucra a la comunidad en actividades relacionadas con la protección y conservación del medio ambiente.

La participación activa en proyectos de gestión ambiental permite a las comunidades comprender mejor los impactos ambientales de la actividad artesanal y la importancia de adoptar prácticas sostenibles (Barradas, 2021). La participación abierta y transparente en los procesos de gestión ambiental puede ayudar a

prevenir o mitigar conflictos entre las destilerías artesanales y las comunidades locales (Saldaña y Hurtado, 2024).

En que proyecto de gestion ambiental le gustaría participar

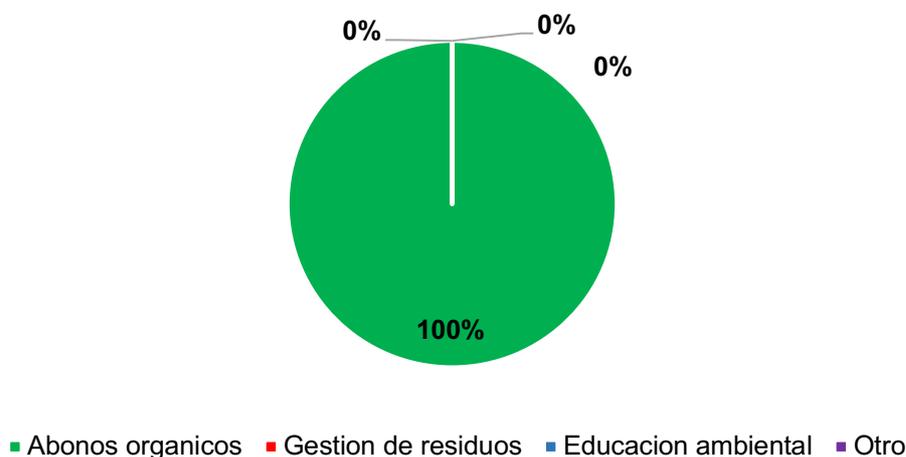


Figura 4.14. Pregunta a los encuestados en relación a ¿qué tipo de gestión ambiental les gustaría participar?

A continuación, en la Figura 4.14, se muestran los resultados sobre los proyectos de participación a los miembros de la empresa, es importante destacar que el 100% de los entrevistados expresaron su preferencia por participar en proyectos relacionados con "abonos orgánicos". Esto indica un alto grado de interés y entusiasmo por involucrarse en esta área específica de la gestión ambiental entre todos los entrevistados. Este tipo de proyectos podrían servir como una guía valiosa para la planificación y desarrollo de iniciativas de gestión ambiental en la empresa y puede ser aprovechado para promover prácticas más sostenibles y la adopción de abonos orgánicos en la comunidad.

Considera que la elaboración de alcohol cause algún impacto al medio ambiente

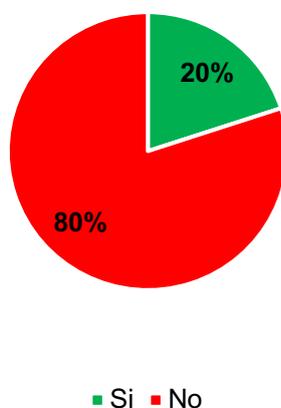


Figura 4.15. Pregunta a los encuestados en relación ¿sí perciben que el alcohol tenga algún impacto con el medio ambiente?

En la Figura 4.15, se observa que 4 de los 5 entrevistados, lo que equivale al 80%, opinaron que la elaboración de alcohol artesanal no tiene un impacto en el medio ambiente. Por otro lado, un entrevistado, que representa el 20% restante, expresó que si cree que la elaboración de alcohol artesanal tenga un impacto ambiental significativo. Estos resultados reflejan una variedad de perspectivas sobre el tema de impactos ambientales relacionados con estas actividades en el procesamiento de la caña para la obtención de alcohol y sugiere la necesidad de una evaluación más detallada del impacto ambiental de esta actividad específica.

La producción de alcohol artesanal genera residuos sólidos como bagazo, vinaza, vidrio, plástico y cartón. Si estos residuos no se gestionan adecuadamente, pueden terminar en vertederos, incinerados o contaminando el medio ambiente (Basanta *et al.*, 2007). La contaminación del aire y el agua por las actividades de las destilerías artesanales puede afectar la salud de las comunidades locales, especialmente si no se implementan medidas de control y mitigación adecuadas (Ramos *et al.*, 2022).

¿Cómo percibe el impacto que causan los residuos generados por la obtención de alcohol?

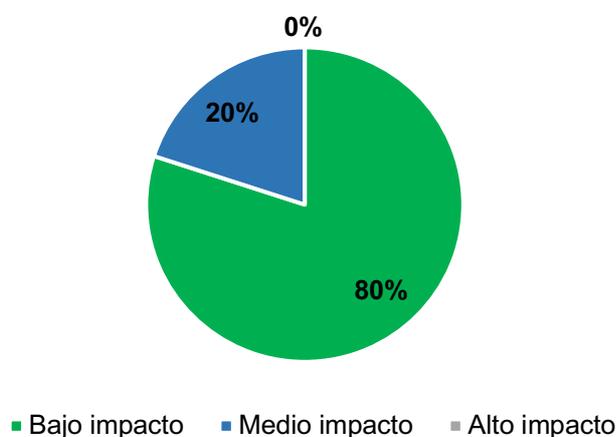


Figura 4.16. Pregunta a los encuestados en relación a ¿cómo perciben el impacto generado por los residuos en la obtención de alcohol?

Para la Figura 4.16, se proporciona información detallada que indica que 4 de los 5 entrevistados, lo que representa un 80%, consideran que el impacto de los residuos generados por la obtención de alcohol artesanal es bajo. En contraste, un entrevistado (el 20% restante) opina que el impacto de estos residuos es de medio impacto. Estos resultados son significativos ya que reflejan la percepción de la población entrevistada sobre el impacto ambiental de la producción de alcohol artesanal y la gestión de sus residuos. La información recopilada a través de las opiniones de los miembros de la empresa entrevistada es valiosa para comprender cómo se percibe la gestión ambiental de la actividad relacionada con la obtención de alcohol artesanal y su impacto en el medio ambiente.

La falta de infraestructura y recursos para el manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos, como el bagazo y las vinazas, puede generar problemas ambientales y de salud pública en las comunidades locales (Leguízamo, 2020). La quema de bagazo para generar energía en las destilerías produce emisiones de CO₂, un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global. Además, el cambio en el uso del suelo para la producción de caña de azúcar puede liberar carbono almacenado en el suelo (Montero, 2022).

Estaría usted de acuerdo en aplicar medidas de gestión ambiental para mejorar su negocio y dar una buena disposición a los residuos generados

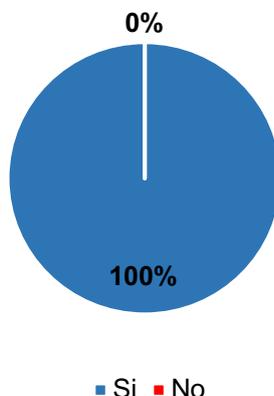


Figura 4.17. Pregunta relacionada a los encuestados si ¿estarían dispuestos a aplicar medidas de gestión ambiental?

Con referencia a la Figura 4.17, se presentan los resultados en base a la pregunta: "¿Estaría usted de acuerdo en aplicar medidas de gestión ambiental para mejorar su negocio y dar una buena disposición a los residuos generados?, los entrevistados, lo que representa un 100%, manifestaron su acuerdo en aplicar medidas de gestión ambiental para mejorar su negocio y gestionar adecuadamente los residuos generados. Estos resultados indican que existe apertura hacia la implementación de prácticas de gestión ambiental en el contexto empresarial. Esta disposición puede ser un paso positivo hacia la adopción de medidas más sostenibles y responsables en el negocio, lo que puede tener beneficios tanto para el medio ambiente como para la propia empresa.

La adopción de prácticas ambientales responsables demuestra el compromiso de la destilería con la sostenibilidad y la protección del medio ambiente, lo que puede mejorar su imagen pública y atraer a consumidores conscientes del medio ambiente (Torres *et al.*, 2019). La implementación de medidas ambientales que beneficien a la comunidad local puede mejorar las relaciones con la misma y generar un entorno social más favorable para la operación de la destilería (Reyes y Ochoa, 2019).

4.2. FASE II. ELABORACIÓN DE UN ECO-BALANCE EN FUNCIÓN DE LA MATERIA PRIMA QUE ENTRA Y SALE EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL

Para la realización del eco-balance, se realizaron numerosas visitas a las instalaciones de la empresa a lo largo de un período de tres meses. Durante estas visitas, se recopilaban datos y se llevaron a cabo mediciones en cada uno de los procesos relacionados con la producción de alcohol artesanal, desde la molienda inicial de la caña de azúcar hasta la obtención del producto final, el alcohol artesanal. Durante cada uno de los tres procesos que componen la cadena productiva del alcohol artesanal, se identificaron diversas entradas y salidas, que incluyen tanto materias primas como residuos y el producto final. En la Figura 4.18 se muestra cada proceso:

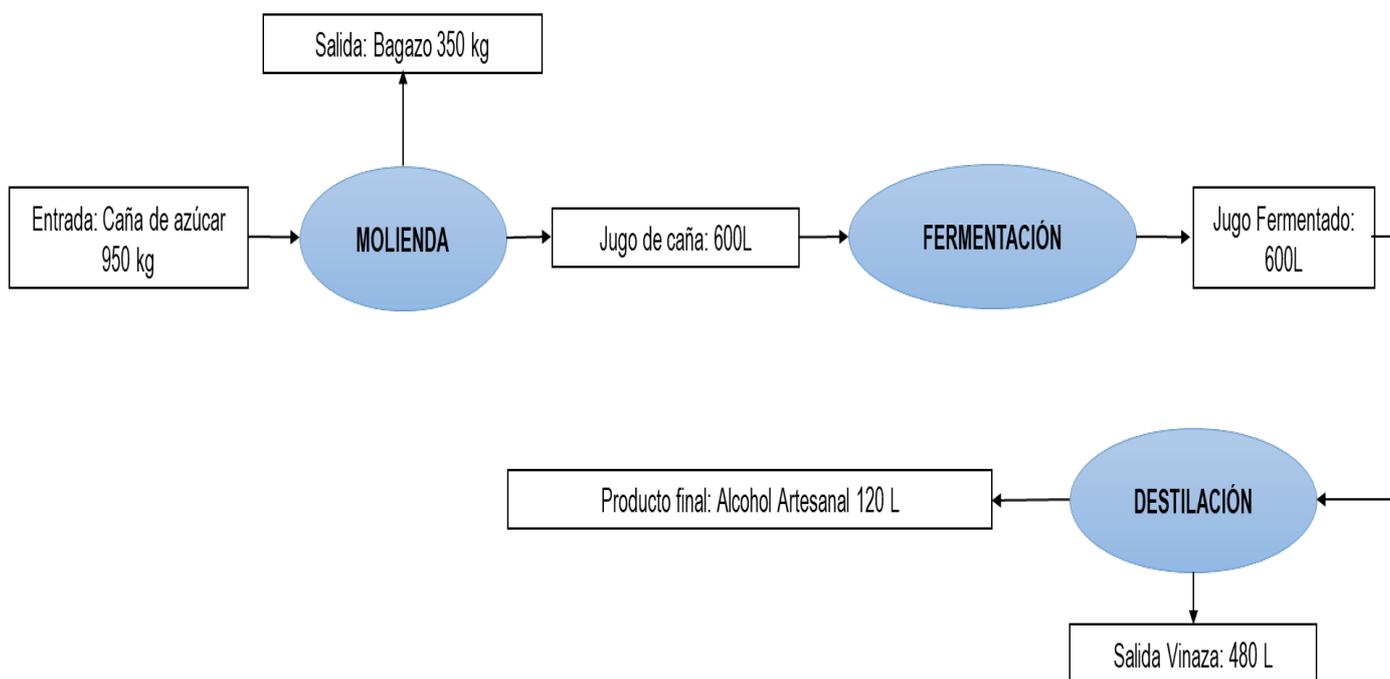


Figura 4.18. Diagrama de flujo de la Destilería Artesanal "No te Piques"

Se recopilaban datos cuantitativos de cada proceso involucrado en la cadena de producción de alcohol artesanal. En el primer proceso de molienda, se utilizaron 950 kg de caña de azúcar como materia prima, lo cual en la Tabla 4.1 se representa

como entrada al sistema. Posteriormente, de los 950 kg de caña de azúcar del proceso de molienda se generan dos co-productos: 350 kg de bagazo, y 600 L de jugo de caña (densidad = 1,049 Kg/L).

En el segundo proceso de fermentación, se toman los 600 L de jugo de caña obtenidos en el primer proceso y se fermentan en tanques, durante un período de 72 horas, con la adición de levadura *Saccharomyces cerevisiae*. De este proceso, se produjeron 600 L de jugo fermentado (densidad = 1,049 Kg/L).

Finalmente, en el tercer y último proceso de destilación, de los 600 L de jugo fermentado, se obtuvieron dos co-productos: 120 L de alcohol artesanal (densidad = 0,789 Kg/L) como producto final, y 480 L de vinaza (densidad = 0,977 Kg/L). Además, se estimó una producción de vapor de agua de aprox. 65,52 litros.

En resumen, de las salidas, el producto del volumen y la densidad permitió determinar la masa de salida; en donde, a partir de 950 kg de caña de azúcar, se obtuvieron 350 kg de bagazo y 629,40 kg de jugo de caña; la misma cantidad de jugo de caña se convierte en jugo fermentado; es decir, se obtuvieron 629 kg de jugo de caña (En color rojo en la Tabla 4.1; valor que no fue tomado en cuenta en la suma total del eco-balance de salida pues al final se sumaron los co-prодукtos alcohol, vinazas y vapor). Los 629,40 kg de jugo fermentado fueron sometidos al proceso de destilación y se obtuvieron 94,68 kg de alcohol, 469,17 kg de vinazas, y 65,52 kg de vapor.

Es decir, de los 950 kg de caña de azúcar, como salida del proceso, se determinaron mediante mediciones *in-situ* una cantidad final de 979,40 kg, esta diferencia se debe a diversos factores, entre los que se encuentran:

- La adición de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en el proceso de fermentación, lo que contribuye al aumento de la masa final.
- Las densidades del jugo de caña, el etanol (producto final) y la vinaza las cuales son distintas. Al considerar estas variaciones, se ajusta la cantidad final obtenida.

- Durante el proceso de destilación, el jugo fermentado se somete a calor, lo que genera vapor como subproducto, esta pérdida de vapor se contabiliza como parte de la salida del proceso.

De acuerdo a Vigo y Chiroque (2014) el aumento del volumen es una característica común de los procesos de fermentación en los que se utilizan levaduras para convertir los azúcares en productos como alcohol, ácidos orgánicos y gases. En el caso específico de la fermentación de jugo de caña, por acción de la levadura este produce dióxido de carbono, el cual puede hacer que la mezcla burbujee y aumente de volumen, lo que es típico en la producción de bebidas alcohólicas (Burini *et al.*, 2021).

La diferencia de masa que ingresa y la masa que sale de los 3 procesos en la destilería, se relacionan en base a que las operaciones se ejecutan de manera artesanal, lo que significa que no se lleva a cabo un control minucioso; y por ende, las diferencias de masas.

Rivera y Almeida (2020) afirman que debido al proceso artesanal que se da en las destilerías de alcohol, no existen sistemas automatizados para medir y controlar las variables del proceso, como temperatura, flujo de materiales o la presión, esto dificulta el seguimiento preciso de la cantidad de materia prima que ingresa y la cantidad del producto final que se obtiene. Asimismo, Calle (2017) opina que los métodos de medición utilizados en las destilerías artesanales suelen ser menos precisos que los utilizados en la operación industrial. Esto puede conducir a errores en la determinación de la cantidad de materia prima y de producto final.

A continuación, se detalla cada proceso con sus entradas y salidas:

Tabla 4.2. Datos de entrada y salida de cada operación unitaria de la destilería artesanal "No te Piques"

Operaciones unitarias entradas y salidas								
Operaciones	Entradas				Salidas			
	Materiales	Unidad L	Densidad kg/L	Unidad kg	Productos	Unidad L	Densidad kg/L	Unidad kg
					Bagazo	...	...	350,00
Molienda	Caña de azúcar	...	...	950	Jugo de caña	600	1,049	629,40
Fermentación	...	...	...	...	Jugo fermentado	600	1,049	629,40
					Alcohol artesanal	120	0,780	94,68
Destilación	...	...	...	...	Vinazas (Mostacho)	480	0,977	469,17
					Vapor	65,52		65,52
Total				950,00				979,40

En la Tabla 4.2, se presenta información compilada de las operaciones del proceso de obtención de etanol en la destilería. Se registró la cantidad de materia prima que ingresa, las cantidades de bagazo que se generaron, así mismo del cual se obtuvo el jugo de caña, producto necesario para la obtención de etanol. Para representar en unidades de masa, se utilizó la densidad del alcohol, la cual fue determinada en laboratorio para su respectivo cálculo final. Se registró la siguiente operación, la cual es la fermentación, donde se añadió el mismo nivel que se obtuvo de jugo de

caña, durante esta etapa, los azúcares presentes en el jugo se convierten en alcohol bajo la acción de microorganismos, generando así el producto intermedio, que es el líquido fermentado. Ya en la última operación, se registraron los datos volumétricos del jugo fermentado con una entrada de 600 L del cual se obtuvo un total del producto final que es el alcohol artesanal; también, se obtuvo un residuo el cual es la vinaza. En la destilería, las operaciones se ejecutan de manera básica, lo que significa que no se lleva a cabo un control minucioso.

De acuerdo a Sánchez y Cardona (2016), la productividad de la caña es de 67 L a 70 L de etanol por tonelada de caña. Mientras, Gaibor (2021) afirma que de 70 kg de caña de azúcar se obtiene alrededor de 4,4 L de etanol al 96%. Asimismo, Aguiar *et al.* (2021), indica que de 10000 kg de caña de azúcar que se muele semanalmente se extraen alrededor de 383 L de etanol, a 60°; no obstante, en la presente investigación tenemos que de 950 kg que ingresan se obtiene alrededor de 120 L de alcohol artesanal; lo cual denota una clara diferencia entre la productividad, demostrando una clara diferencia entre los datos mostrados por otros autores.

De acuerdo a Aguiar *et al.* (2021) en la investigación realizada en la destilería “Rivera Riverilla Fray Ángel” de 9000 Kg que ingresan al proceso de molienda se obtienen alrededor de 4987 kg de bagazo; por otro lado, Ruiz *et al.* (2020) estima que por cada tonelada de procesado se producen entre 270-290 Kg de bagazo; sin embargo, en general se producen entre 0,25-0,35 kg de bagazo por cada kg de caña de azúcar. Comparando con nuestra investigación realizada se encuentra una diferencia mínima en los valores obtenidos; pero estas medidas varían mucho de acuerdo a Ospina *et al.* (2022) en su investigación la cantidad de bagazo que se obtiene por cada kg de caña de azúcar depende de varios factores, como la variedad de la caña, las condiciones de la cosecha y el proceso de molienda.

Cabe destacar que el bagazo y las vinazas representan grandes cantidades de residuos en comparación con la producción de etanol; por cada L de etanol, se generan 8 L de vinazas (Valencia, 2016); mientras que, en nuestra investigación se obtuvo alrededor de 120 L de alcohol y 480 L de vinaza; lo cual se argumenta que existieron diferencias en las mediciones tomadas para la elaboración de la

tabla; teóricamente, por cada 120 L de alcohol generados deberíamos obtener alrededor 1200 L – 1800 L de vinaza, según referencias bibliográficas ya mencionadas.

Las cantidades de vinazas obtenidas no están en el rango que propone la literatura pues de acuerdo a estadísticas del Centro de Investigación de la caña de azúcar del Ecuador por cada litro de alcohol producido se generan alrededor de 10 litros de vinaza (CINCAE, 2013), y en nuestro caso las cantidades no tienen un valor cercano.

Para estimar las pérdidas de masa durante el proceso, se calculó el porcentaje de error. Según la primera ley de la Termodinámica, la masa no se crea ni se destruye, sino que se transforma. En tales términos, el eco-balance representa la transformación de la materia, y la contabilidad de la masa que ingresa al sistema y la masa que sale del sistema, en donde la inconsistencia de estos dos valores se representa mediante un cálculo de porcentaje de error. Es así que, teniendo en cuenta los datos, se realizó una sumatoria detallada de todas las entradas y salidas del sistema productivo, expresando las unidades de manera consistente. Se calculó el error del eco-balance utilizando la siguiente fórmula:

$$\%Error = \frac{Valor\ mayor - Valor\ menor}{Valor\ mayor} \times 100 \quad [4.1]$$

Ecuación 4.1. Fórmula para calcular el error de un eco-balance

La masa de caña de azúcar que ingresó al sistema fue de 950 kg, mientras la masa total determinada en el presente trabajo fue de 979,40 kg. Aplicando la Ec. 4.1, el porcentaje de error entre la masa que ingresa y la masa que sale fue del 4,0%. Este valor representa las pérdidas de masa durante el proceso como: emisiones de gases, consumo de energía, y agua.

En la investigación realizada por Rodríguez *et al.* (2023) sobre la eficiencia en la producción de alcohol artesanal reveló un margen de error del 3,5%, destacando la importancia de controlar las pérdidas durante el proceso y mejorar la precisión de las medidas. Con respecto a Suárez *et al.* (2016) afirma que, los errores en la medición de las entradas y salidas durante la producción de alcohol artesanal son

identificados como un factor crítico, donde ellos obtuvieron un margen de error promedio del 5,2%, donde se recomienda implementar controles más rigurosos para reducir estas discrepancias. Al comparar diferentes métodos de producción de acuerdo a González *et al.* (2017) el margen de error varía significativamente, con valores que oscilaban entre el 2% y el 6%, la identificación y corrección de errores sistemáticos resultaron claves para mejorar la eficiencia en la obtención de alcohol.

De acuerdo a Montoya *et al.* (2015) manifiestan que, la variabilidad del error está en dependencia de las condiciones específicas de producción en cada fábrica de alcohol y de su régimen de operación. Por ello, Garrido y Alonso (2016) concuerdan que, los valores de error relativo inferiores al 10% es considerado aceptable por muchos autores en problemas de ingeniería de bioprocesos.

En la investigación de García y Chancay (2019) en la cual, el error en la producción de alcohol artesanal a partir de panela tuvo un valor del 3,5% es similar al 4% de nuestra investigación, donde ambas investigaciones coinciden en que las principales fuentes de error son la medición inexacta de la materia prima y en los procesos.

Durante todos los procesos, se llevaron a cabo las transformaciones volumétricas necesarias para convertir las unidades de medida del volumen a unidades de masa. Este paso es crucial para realizar la sumatoria de manera efectiva, considerando tanto la materia prima que ingresa como la que sale durante el procesamiento de etanol.

La fórmula a continuación en la Tabla 4.3, fue la que se utilizó para poder obtener los valores de la densidad del jugo de caña y la vinaza, donde hubo dos muestras de cada una:

Tabla 4.3. Valores de densidad en Kg/L

Densidad = Masa / Volumen				
M1 jugo=	10,468	10 mL	1,046	g/mL= Kg/L
M2 jugo=	10,510	10 mL	1,051	g/mL= Kg/L
Total			1,049	Kg/L
M1 mostacho=	9,737	10 mL	0,973	g/mL= Kg/L
M2 mostacho=	9,811	10 mL	0,981	g/mL= Kg/L
Total			0,977	Kg/L

Al aplicar esta fórmula, obtenemos la masa equivalente en kilogramos, lo que nos permite homogeneizar las unidades y realizar una sumatoria precisa de la materia en el proceso de producción de etanol. Este enfoque facilita el análisis y seguimiento de los flujos de materiales a lo largo del sistema de procesamiento.

4.3. FASE III. PROPUESTA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL

A medida que se realizó el respectivo eco-balance y se encontró un error en las medidas que se realizaron en las diferentes operaciones. A continuación, se propondrán medidas de gestión ambiental, para los procesos productivos que se dan en el procesamiento de la caña de azúcar en la obtención del alcohol artesanal, así como de los residuos que se generan:

Tabla 4.4. Propuestas de medidas de gestión ambiental para aplicar en la destilería artesanal “No te piques”

PROPUESTA DE MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA OBTENCIÓN DE ETANOL						
LUGAR: DESTILERÍA ARTESANAL “NO TE PIQUES”						
Procesos	Actividades	Tareas	Responsable	Costo	Indicador de verificación	Tiempo
Molienda	Optimización del proceso	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar mantenimientos preventivos periódicos al equipo de molienda para garantizar su correcto funcionamiento y minimizar el consumo de energía (Quiroga, 2019). - Implementar un sistema de control de la velocidad de los rodillos del molino para optimizar la extracción del jugo de caña y reducir el consumo de energía (Paguay, 2017). - Capacitar al personal de operación sobre las prácticas de molienda eficiente para minimizar el desperdicio de caña de azúcar (Bayas <i>et al.</i>, 2021). 	Propietario y operarios	1000-3000	Reducción del consumo de energía por tonelada de caña molida	Cada 3 meses
	Control de polvo y ruido	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar un sistema de aspersión de agua en la zona de molienda para reducir la generación de polvo (Casco <i>et al.</i>, 2022). - Implementar barrera acústicas alrededor de la maquinaria para mitigar el ruido (Torres <i>et al.</i>, 2019). - Realizar mediciones periódicas de los niveles de polvo y ruido para verificar la efectividad de las medidas de control (Caiza <i>et al.</i>, 2018). 	Técnico ambiental	3000-5000	Reducción de los niveles de polvo y ruido por debajo de los límites establecidos por la normativa ambiental	Cada 6 meses
	Uso eficiente del bagazo	<ul style="list-style-type: none"> - Aprovechar el bagazo como combustible para alimentar el proceso de molienda y destilación, reduciendo el consumo de combustibles fósiles (González <i>et al.</i>, 2017). 	Propietario	1000	Reducción del consumo de combustibles fósiles y/o cantidad de bagazo valorizado.	Cada año

		<ul style="list-style-type: none"> - Explorar alternativas de valorización del bagazo, como su uso en la producción o como alimento para ganado (Hurtado, 2019). 				
Fermentación	Control de pH y temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar un sistema de monitoreo y control de pH y la temperatura durante el proceso de fermentación para asegurar condiciones óptimas (Mendieta <i>et al.</i>2018). - Calibrar periódicamente los instrumentos de pH y temperatura para garantizar la precisión de los datos (Leos <i>et al.</i>2017) - Seleccionar cepas de levaduras con alta capacidad fermentativa y tolerancia al alcohol para optimizar el rendimiento de etanol (Ruiz <i>et al.</i>, 2020). 	Operario	20-40	Registro periódico de pH y la temperatura dentro de los rangos óptimos.	Diario
	Empleo de levaduras eficientes	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar análisis periódicos de la calidad de las levaduras utilizadas para asegurar su viabilidad y efectividad (Serna, 2019). 	Biólogo	200-500	Evaluación del rendimiento de fermentación y calidad del etanol.	Cada lote de producción.
Destilación	Optimización del proceso	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar técnicas de destilación eficiente, como el uso de columnas de empacado y el control preciso de la temperatura y el vacío (Hidalgo, 2018). - Aprovechar el calor residual del proceso de destilación para precalentar el agua de alimentación o generar vapor (Durán <i>et al.</i>, 2014). 	Técnico	1000-3000	Pureza del etanol obtenido y reducción del consumo de energía	Cada lote de producción
	Gestión de efluentes Líquidos	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar un sistema de tratamiento de aguas residuales adecuado para eliminar la contaminación del agua antes de su descarga al ambiente (Anastasio y Zúñiga, 2022). 	Técnico ambiental	3000-6000	Cumplimiento de los parámetros de calidad del agua establecidos por la normativa ambiental.	Cada 6 meses

Uso eficiente de la vinaza	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar análisis periódicos de la calidad del agua residual tratada para verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos por la normativa ambiental (Aguinda <i>et al.</i>, 2020). - Explorar alternativas para el aprovechamiento de la vinaza, como su uso como fertilizante o en la producción de biogás (Ospina <i>et al.</i>, 2022). - Aplicar la vinaza como fertilizante orgánico en terrenos agrícolas, previa compostaje o tratamiento adecuado para evitar la contaminación del suelo (Curbelo y Acosta, 2014). 	Propietario	500	Cantidad de vinaza utilizada y valorizada.	Cada 6 meses
----------------------------	---	-------------	-----	--	--------------

La implementación de estas medidas de gestión ambiental permitirá a la Destilería Artesanal "No Te Piques" minimizar su impacto ambiental y contribuir al desarrollo sostenible de la región. Dichas medidas se comunican tanto al propietario como al personal, con el objetivo de garantizar una comprensión completa y una aplicación efectiva. Se reconoce que la implementación requerirá una inversión inicial por parte del propietario, pero se destaca el potencial de generar ganancias adicionales al dar valor a los residuos generados durante el proceso de producción de alcohol.

Además, se sugiere realizar un estudio ambiental para identificar los impactos específicos del proceso y priorizar las medidas necesarias. La capacitación del personal es fundamental para asegurar la adopción de buenas prácticas ambientales y minimizar el impacto de las actividades de la destilería. Se propone también establecer un sistema de seguimiento y control para monitorear la efectividad de las medidas implementadas y realizar los ajustes necesarios para mejorar continuamente el desempeño ambiental de la empresa.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En el diagnóstico actual de la fábrica artesanal de aguardiente, se concluye que los procesos de obtención de alcohol constan de tres etapas fundamentales: molienda, fermentación y destilación. Los procesos de esta empresa son altamente eficientes y solo requerirán un mantenimiento preventivo de las máquinas en cada ciclo de cosecha, según sea necesario. Es importante destacar que esta empresa es de carácter familiar, y la armonía prevalece en su funcionamiento, dado que el propietario es el padre, y sus hijos colaboran activamente en las operaciones.
- El eco-balance que se realizó nos detalló, las entradas y salidas que se dan en el procesamiento de obtención de etanol a partir de la caña, cada proceso con su respectivo valor numérico y su unidad. La materia prima que ingreso fue de 950 kg y la suma de todas las salidas debería dar lo mismo, pero tuvo una salida de alrededor 979,40 kg, este ligero aumento en la salida de materiales respecto a las entradas, principalmente debido a la adición de levadura durante la fermentación, que incrementa el volumen del jugo de caña. Este desajuste del 4% sugiere la necesidad de identificar y corregir las causas del error, mejorar la precisión de las mediciones y considerar todas las entradas y salidas del sistema para minimizar discrepancias. En cuanto a los residuos generados, se distinguen dos tipos principales: el bagazo sólido de la molienda y la vinaza líquida de la destilación. La gestión actual de estos residuos es principalmente empírica: el bagazo se quema o se deja descomponer, mientras que la vinaza se vierte en depósitos o se utiliza ocasionalmente como fertilizante líquido.
- Las medidas de gestión ambiental propuestas para aplicar en la empresa se dan en torno a los procesos, ya que se dan de manera artesanal y se pueden mejorar de manera que la empresa pueda tener un control más eficiente de los procesos, y que refleje un compromiso tangible con la sostenibilidad. Optimizando la eficiencia energética, controlando emisiones y valorizando subproductos, se promueve una producción más limpia y responsable. Este enfoque no solo contribuye a la protección del medio ambiente, sino que

también puede generar beneficios económicos a largo plazo al reducir costos operativos y mejorar la imagen de la empresa ante los consumidores y reguladores.

5.2. RECOMENDACIONES

- Dado el carácter familiar de la empresa, donde la armonía prevalece, sería beneficioso establecer un programa formal de mantenimiento preventivo para las máquinas en cada ciclo de cosecha. Esto garantizará que los procesos sigan siendo eficientes y minimizará la necesidad de reparaciones costosas o interrupciones inesperadas en la producción
- En lugar de depender únicamente de métodos empíricos, la empresa podría explorar opciones más sostenibles y rentables para la gestión de residuos, como el compostaje del bagazo o la implementación de sistemas de tratamiento para la vinaza. Esto no solo reduciría el impacto ambiental, sino que también podría generar ingresos adicionales o reducir costos asociados con la eliminación de residuos.
- Dado el compromiso de la empresa con la sostenibilidad, sería valioso proporcionar capacitación regular al personal sobre prácticas ambientales y energéticamente eficientes. Esto podría incluir educación sobre el uso adecuado de recursos, manejo de residuos y la importancia de la conservación energética. Involucrar activamente a los miembros de la familia y empleados en estas iniciativas fortalecerá aún más la cultura de sostenibilidad dentro de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrigo, O. (2021). Gestión comercial y su incidencia en las ventas de los pequeños productores de licor artesanal del cantón La Maná, periodo 2019–2020. Plan de capacitación.
- Aguiar, S., Panimboza, A., Soto, A., Cuyanquillo, J., Pérez, A. y Diéguez, K. (2021). Propuesta para la producción más limpia en destilerías artesanales. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(2), Article 2. <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n2.2021.1500>
- Aguinda, N., Pereira, L., Crespo, E. y Diéguez, K. (2020). Las producciones más limpias en el sector textil manufacturero. Un caso de estudio en Tena, Napo, Ecuador. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, 6, 201-218.
- Ahmed, P. (2016). Biorremediación de vinazas de destilerías de alcohol por microorganismos autóctonos aislados de ambientes contaminados. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/85316>
- Albert, S. (2012, diciembre 27). Fabricación de cerveza artesanal: El agua en las propiedades organolépticas. Verema. <https://www.verema.com/blog/cervezas/1038750-fabricacion-cerveza-artesanal-agua-propiedades-organolepticas>
- Alokika, Anu, Kumar, A., Kumar, V. y Singh, B. (2021). Cellulosic and hemicellulosic fractions of sugarcane bagasse: Potential, challenges and future perspective. *International Journal of Biological Macromolecules*, 169, 564-582. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.12.175>
- Anastacio, A. y Zuñiga, D. (2022). Diseño conceptual de una planta de tratamiento de aguas residuales usando un humedal artificial como medio de soporte el bagazo de caña de azúcar y arena, para las ciudadelas Los Parques I y Los Parques II del cantón Crnel. Marcelino Maridueña, provincia del Guayas [B.S. thesis]. Guayaquil: ULVR, 2022.

- Arcentales, D., Silva, C. y Ramirez, A. (2022). The environmental profile of ethanol derived from sugarcane in Ecuador: A life cycle assessment including the effect of cogeneration of electricity in a sugar industrial complex. *Energies*, 15(15), 5421. <https://doi.org/10.3390/en15155421>
- Awe, G., Reichert, J. y Fontanela, E. (2020). Sugarcane production in the subtropics: Seasonal changes in soil properties and crop yield in no-tillage, inverting and minimum tillage. *Soil and Tillage Research*, 196, 104447. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104447>
- Barradas, G. (2021). Hacia la responsabilidad social corporativa del líder visionario en Destilerías Unidas, SA. *Revista Científica Teorías, Enfoques y Aplicaciones en las Ciencias Sociales*, 13(28), 39-51.
- Basanta, R., Delgado, M., Martínez, J., Vázquez, H. y Vázquez, G. (2007). Sostenibilidad del reciclaje de residuos de la agroindustria azucarera: Una revisión sustainable recycling of waste from sugarcane agroindustry: A review. *CYTA-Journal of Food*, 5(4), 293-305.
- Bayas, L., Pilco, F., Pilco, C., Kuja, W. y Morejon, A. (2021). Energía renovable a partir de la biomasa de la caña de azúcar. *Revista de Investigación Talentos*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.33789/talentos.8.1.140>
- Bortoletto, A., Silvello, G. y Alcarde, A. (2018). Good manufacturing practices, hazard analysis and critical control point plan proposal for distilleries of cachaça. *Scientia Agricola*, 75(5), 432-443. <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2017-0040>
- Bravo, T. y Tapia, E. (2021). Propuesta tecnológica del impacto ambiental aplicando la economía circular en los procesos productivos de la azucarera Valdez del Cantón Milagro. <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/5956>
- Burini, J., Eizaguirre, J., Loviso, C. y Libkind, D. (2021). Levaduras no convencionales como herramientas de innovación y diferenciación en la producción de cerveza. *Revista Argentina de Microbiología*, 53(4), 359-377. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.01.003>

- Cabrera, V., Casas, T., Pardo, L. y Rodríguez, D. (2017). Análisis de la resiliencia en personas divorciadas, según su nivel educativo e ingresos económicos. *PSICOGENTE*, 20(37). <https://doi.org/10.17081/psico.20.37.2425>
- Cadena, P., Rendón, R., Aguilar, J., Salinas, E., Cruz, F. y Sangerman, D. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: Un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(7), 1603-1617.
- Caiza, D., Chimbo, A., Sarduy, L., Pisco, W. y Diéguez, K. (2018). Propuesta de producción más limpia en el proceso de elaboración de abonos orgánicos con desechos del camal, realizado en el relleno sanitario del cantón baños de agua santa, provincia de tungurahua. http://repositorio.ikiam.edu.ec/jspui/handle/RD_IKIAM/113
- Calle, K. (2017). Diseño e implementación de un manual de buenas prácticas de manufactura (BPM) para la Fábrica de Aguardiente Artesanal Destilería Mayte en el cantón Morona, provincia Morona Santiago. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7778/1/27T0378.pdf>
- Campos, B. y Estrada, A. (2017). Elaboración y evaluación de un edulcorante natural alternativo a partir de los subproductos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en El Salvador. <http://redicces.org.sv/jspui/handle/10972/3692>
- Cañellas, A. (2015). Continuidad y complementariedad entre la educación formal y no formal. *Revista de educación*, 338, 9-22.
- Cartay, R., Briones, M., Moreira, D., Estrella, J. y Macías, F. (2019). Caracterización económica de un productor de aguardiente en Junín, Manabí, Ecuador. *ECA Sinergia*, 10(1), 85-97.
- Casas, P., Escudero, C., Martínez, T., Mendoza, M., Gutiérrez, L. y Ramos, E. (2021). Procesos sustentables para la producción de biocombustibles. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 10.

<https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3454>

Casco, G., Diéguez, K., Sarduy, L., Vinocunga, R., Pomavilla, S. y Pérez, A. (2022). Diseño del proceso de obtención de bioetanol carburante mediante hidrólisis enzimática del bagazo de caña en Pastaza. *Centro Azúcar*, 49(2), 35-46.

Cedano de León, D., Bastante, M. y Viñoles, R. (2020). Revisión de la aplicación de las Técnicas de Análisis de Ciclo de Vida a la industria azucarera. <http://dspace.aepro.com/xmlui/handle/123456789/2519>

Chamorro, J. (2021). Evaluación de la producción de Vodka artesanal" La Destilería" haciendo uso de Passiflora edulis (Maracuyá) como fruta adicional.

Chico, M. y Guerra, D. (2022). Plan de negocio para la creación de una empresa comercializadora de licor artesanal a base de malta y lúpulo [B.S. thesis]. Guayaquil: ULVR, 2022.

Constitucion de la República del Ecuador. (2008). Constitucion de la República del Ecuador (2022.a ed.). <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>

Crotte, I. (2017). Elementos para el diseño de técnicas de investigación: Una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. *Tiempo de educar*, 12(24), 277-297.

Cruz, S. (2015). Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar (saccharum officinarum L.) Comité nacional para el desarrollo sustentable de la caña de azúcar.

https://www.academia.edu/28779857/FICHA_T%C3%89CNICA_DEL_CULTIVO_DE_LA_CA%C3%91A_DE_AZ%C3%9ACAR_Saccharum_officinarum_L_Comit%C3%A9_Nacional_para_el_Desarrollo_Sustentable_de_la_Ca%C3%B1a_de_Az%C3%BAcar

- Curbelo, J. y Acosta, Y. (2014). Alternativas de tratamiento de las vinazas de destilería. Experiencias nacionales e internacionales. *Revista Centro Azúcar*, 41(2). <https://biblat.unam.mx/hevila/Centroazucar/2014/vol41/no2/6.pdf>
- Cusme, E. y Macías, M. (2021). Evaluación en la implementación de buenas prácticas de manufactura para el aguardiente de caña en la fábrica "Alcívar". <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1556/1/TTAI23D.pdf>
- Daza, W. (2018). Investigación educativa desde un enfoque cualitativo: La historia oral como método. *Voces de la educación*, 3(6), Article 6.
- Durán, J., Burbano, O. y Valens, C. (2014). Comportamiento agroindustrial de diez variedades de caña de azúcar para producción de panela en Santander, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(2), Article 2. https://doi.org/10.21930/rcta.vol15_num2_art:358
- Durán, J. y Condori, A. (2016). Índice multidimensional de pobreza energético para Argentina: Su definición, evaluación y resultados al nivel de departamentos para el año 2010. *Avances en energías renovables y medio ambiente*, 20. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/141795/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Fuster, D. (2019). Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico. *Propósitos y Representaciones*, 7(1), 201. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.267>
- Gaibor, S. (2021). Diseño de un proceso industrial para la obtención de etanol a partir de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para Gelfresh Lab. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16757/1/96T00680.pdf>
- Gallo, J. (2013). Análisis de alternativas para el tratamiento de aguas industriales del Ingenio Azucarero del Norte IANCEM. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/92ef386a-0875-41e2-859b-402d8c88c568>

- Garcia, C., Souza, Raphael, De Souza, C., Christofolletti, C. y Fontanetti, C. (2017). Toxicity of two effluents from agricultural activity: Comparing the genotoxicity of sugar cane and orange vinasse. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 142, 216-221. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.03.053>
- Garcia, J. y Chancay, K. (2019). Determinación de la calidad de la panela granulada elaborada en el recinto San Carlos-Jipijapa: Determinación de la calidad de la panela granulada. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*. ISSN 2602-8166, 3(2), 09-19. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v3.n2.2019.143>
- Garcia, K. (2016). La identidad del licor artesanal pájaro azul y su influencia en la decisión de compra entre personas de 18 a 25 años de edad de la ciudad de Guaranda, provincia del Bolívar, año 2015.
- Garrido, N. y Alonso, D. (2016). Aspectos tecnológicos a tener en cuenta en la eficiencia de una destilería. *Centro Azúcar*, 43(2), 12-23.
- Gelber, M. (2017). Eco-balance: An environmental management tool used in Germany. *Social and Environmental Accountability Journal*, 15(2), 7-9. <https://doi.org/10.1080/0969160X.1995.9651517>
- Gheewala, S. (2019). Biorefineries for sustainable food-fuel-fibre production: Towards a circular economy. *E3S Web of Conferences*, 125, 01002. <https://n9.cl/hf3uk>
- Gómez, P. y Mozo, H. (2021). La gestión ambiental en los gobiernos locales en América Latina. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), 212-228.
- Gonzalez, L., Gómez, S. y Abad, P. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia. *RIAA*, 8(2), 141-150.
- Guerrero, V. (2019). "Alternativas de mercados internacionales para la comercialización de licor artesanal, Tardón Mireño, de la asociación "Manos

Productivas” del cantón Mira, provincia del Carchi [PhD Thesis]. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Hernández, V. (2016). Las Apps como refuerzo educativo: De la educación informal a la educación formal. Un estudio etnográfico. http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:masterComEdred-Vhernandez/Hernandez_Saavedra_Victoria_TFM.pdf

Herrera, G., Mora, C., Arteaga, G., López, A. y Carrión, P. (2022). Analysis of sugarcane ethanol production for energy development: Case study Ecuador. *International Journal of Energy Production and Management*. 2022. Vol. 7. Iss. 4, 7(4), 293-309.

Hidalgo, J. (2018). Rediseño del proceso de elaboración de cañazo a partir de caña de azúcar (saccharum officinarum) para mejorar productividad en Santo Domingo, Morropón, Piura.

Hoarau, J., Caro, Y., Grondin, I. y Petit, T. (2018). Sugarcane vinasse processing: Toward a status shift from waste to valuable resource. A review. *Journal of water process engineering*, 24, 11-25. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.05.003>

Huarcaya, A. (2020). Los métodos de investigación para la elaboración de las tesis de maestría en educación. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/195750/libro-los-metodos-de-investigacion-maestria-2020-botones-2-2.pdf?sequence=1>

Hurtado, D. (2019). El monocultivo de la caña de azúcar, un vecino hostil: Acumulación por control en el contexto de las fumigaciones en el monocultivo de caña de azúcar, el caso de El Hormiguero. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/cb9a2e4b-0789-422d-a150-0e79b454bf04>

Ilibay, G., González, D., Muñoz, D., Sarduy, L. y Santana, D. (2021). Estrategia de producción más limpia para la destilería de alcohol artesanal “San Vicente”,

Pastaza, Ecuador. 19(1), 24-30.
<https://doi.org/10.24054/01204211.v1.n1.2021.932>

Intriago, G., Cantos, J. y Sumba, Edison. (2019). Sugar cane and its environmental impact in conton junin, province of manabí. *International journal of life sciences*, 3(2), 1-7. <https://doi.org/10.29332/ijls.v3n2.286>

Johnson, T., Alatorre, C., Romo, Z. y Liu, F. (2010). Mexico—Estudio sobre la disminucion de emisiones de carbono. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-9-5883-0775-6>

Katchadourian, J., Rodríguez, J. y Quesada, A. (2018). Georreferenciación y publicación web de cartografía antigua en sistemas de información geográficos: Requisitos para su evaluación y estudio de caso. *Revista General de Información y Documentación* vol.28 No.1 193-212 2018. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/23727>

Lagos, E. y Castro, E. (2019). Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *Agronomy Mesoamerican*, 917-934.

Larrahondo, J. (2016). Calidad de la caña de azúcar. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Eds. Cassalet, C, 337-354.

Leguizamo, J. (2020). Recipiente biodegradable a partir del Bagazo de Caña, para el empaqueo de insectos para Control Biológico.

Leos, A., Angel, D., Alfredo, J., González, L., Rodríguez, N. y Bustos, G. (2017). Evaluación de levaduras nativas productoras de etanol presentes en el bagazo de caña de azúcar. *CienciaUAT*, 11(2), 80-92.

Libro VI de la Calidad Ambiental. (2015). Reforma Texto Unificado Legislacion Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Suplemento 2. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-61.pdf>

- LLerena, O. (2018). Análisis energético, exergético y económico de un sistema de cogeneración: Caso para una planta azucarera de San Pablo. *Ingenius*, 19, 29-39.
- MAG. (2019, enero 16). Sector Cañicultor y acciones del Ministerio de Agricultura – Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://www.agricultura.gob.ec/sector-canicultor-y-acciones-del-ministerio-de-agricultura/>
- Manager, S. (2020, diciembre 3). ¿Por qué fertilizar el cultivo de caña de azúcar? Aumente el rendimiento. *La Colina*. <https://lacolina.com.ec/por-que-fertilizar-el-cultivo-de-cana-de-azucar-aumente-el-rendimiento-la-colina-ecuador/>
- Massolo, L. (2015). Introducción a las herramientas de gestión ambiental. Series: Libros de Cátedra.
- Mendieta, B., Rodríguez, R., Caldera, N. y Reyes, N. (2018). Fermentación en estado sólido de caña de azúcar y harina de hojas de Moringa oleifera para alimentación animal. *La Calera*, 18(30), 1-6.
- Miyamoto, T., Mihashi, A., Yamamura, M., Tobimatsu, Y., Suzuki, S., Takada, R., Kobayashi, Y. y Umezawa, T. (2018). Comparative analysis of lignin chemical structures of sugarcane bagasse pretreated by alkaline, hydrothermal, and dilute sulfuric acid methods. *Industrial Crops and Products*, 121, 124-131. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.04.077>
- Montero, I. (2022). Propuesta técnico-económica para la valorización de los residuos de caña de azúcar en la región amazónica del Ecuador bajo un enfoque de bioeconomía circular. <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/1084/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION%20CAÑA%20DE%20AZUCAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Montoya, M., Quintero, J., Sánchez, J. y Cardona, A. (2015). Evaluación económica del proceso de obtención de alcohol carburante a partir de caña de azúcar y maíz. *Revista Universidad EAFIT*, 41(139), 76-87.

- Mwaura, G., Kiboi, M., Mugwe, J., Nicolay, G., Bett, E., Muriuki, A., Musafiri, C. y Ngetich, F. (2021). Economic evaluation and socioeconomic drivers influencing farmers' perceptions on benefits of using organic inputs technologies in Upper Eastern Kenya. *Environmental Challenges*, 5, 100282. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100282>
- Nunes, L., Loureiro, L., Sá, L. y Silva, H. (2020). Sugarcane industry waste recovery: A case study using thermochemical conversion technologies to increase sustainability. *Applied Sciences*, 10(18), 6481. <https://doi.org/10.3390/app10186481>
- Ospina, J., Manotas, D. y Ramírez, H. (2022). Desafíos y oportunidades de la Vinaza de caña de azúcar. Un análisis bibliométrico. *Ingeniería y Competitividad*, 25(1). <https://doi.org/10.25100/iyc.v25i1.12144>
- Otero, M., García, R., Pérez, M., Martínez, J., Vasallo, M., Saura, G. y Bello, D. (2017). Producción de bioetanol a partir de mezclas de jugos-melazas de caña de azúcar. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 43(1), 17-22.
- Paguay, M. (2017). Evaluación de riesgos laborales en la producción de alcohol destilado de la caña de azúcar en Ecuador.
- Parsaee, M., Kiani, M. y Karimi, K. (2019). A review of biogas production from sugarcane vinasse. *Biomass and Bioenergy*, 122, 117-125. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.01.034>
- Peñaloza, C. (2018, septiembre 12). Estos son los efectos ambientales reales de los biocombustibles. *LatinAmerican Post*. <https://latinamericanpost.com/es/americas-es/medioambiente/estos-son-los-efectos-ambientales-reales-de-los-biocombustibles/>
- Pérez, M., Peña, M. y Álvarez, P. (2011). Agro-industria cañera y uso del agua: Análisis crítico en el contexto de la política de agrocombustibles en Colombia. *Ambiente & Sociedade*, 14, 153-178.

- Pieragostini, C., Aguirre, P. y Mussati, M. (2014). Life cycle assessment of corn-based ethanol production in Argentina. *Science of The Total Environment*, 472, 212-225. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.012>
- Prado, R., Herrera, M., Ramírez, K., Lucas, M., Jarre, C. y Pérez, J. (2018). Factores limitantes para la mecanización de la caña de azúcar en la provincia Manabí, Ecuador. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2071-00542018000400010&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Quiroga, A. (2019). Optimización del proceso tecnológico de elaboración de cañazo (aguardiente de caña de azúcar) en industria artesanal, caña real (tarija). Repositorio UAJMS.
- Ramos, C., Azcuy, V., Mendoza, L. y Quiroz, C. (2022). Los residuos generados en la producción de la industria azucarera en los últimos 25 años. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 8(16), 1979-1997.
- Reyes, B., & Ochoa, M. (2019). Procedimiento sobre gestión ambiental para el Centro de Información y Gestión Tecnológica. *Ciencias Holguín*, 25(2), 83-96.
- Riera, J., Chiriboga, F. y Zambrano, N. (2018). Norma ISO 19011. Observatorio de la Economía Latinoamericana, marzo. <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/03/aplicacion-normaiso19011.html>
- Rivera, M. y Almeida, J. (2020). Propuesta de modificaciones tecnológicas al proceso artesanal de producción de etanol en la Destilería Rivera Revilla Fray Ángel. [B.S. thesis, Universidad Estatal Amazónica]. <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/902/T.%20A%20GROIN.%20B.%20UEA.%20%202139.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, N., Llona, G., Rodríguez, G., Hurtado, B., Pineda, M., Huamán, C., Pantoja, L. y Villanueva, E. (2023). Capacidad antioxidante de la cerveza artesanal red ale con la adición de extracto de maíz morado (*Zea mays* L) y zumo de fruta de maracuyá (*Passiflora edulis*). *Qantu Yachay*, 3(2), 45-56. <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v3i2.58>

- Rondal, R. (2019). Autorización por parte del autor para la consulta, reproducción parcial o total, y publicación electrónica del trabajo de titulación. <https://n9.cl/iwfz7h>
- Rosales, N. (2018). Balance ambiental: Una herramienta metodológica para un urbanismo más sustentable. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 20(1), 11-30.
- Ruiz, A., Peñaranda, J., Fuentes, G. y Semprun, D. (2020). Análisis comparativo de resultados en el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como material sustituyente del cemento portland en el concreto. *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 11(2), 8-17. <https://doi.org/10.25213/2216-1872.51>
- Salazar, E. y Tobón, S. (2018). Análisis documental del proceso de formación docente acorde con la sociedad del conocimiento. *Revista espacios*, 39(53). <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-17.html>
- Saldaña, D. y Hurtado, D. (2024). Creación y validación de la propuesta empresarial licores artesanales de Boyacá Mombaza.
- Sánchez, O. y Cardona, C. (2016). Producción biotecnológica de alcohol carburante I: Obtención a partir de diferentes materias primas. *Interciencia*, 30(11), 671-678.
- Sánchez, R. (2015). Gestión de las aguas residuales de queseras artesanales utilizando producción más limpia y tratamiento anaerobio con RAFA-FAFA.
- Serna, C. (2019). Relación espacial entre propiedades de suelos y estrés hídrico en caña de azúcar en la hacienda Churimal-Roldanillo-Valle del Cauca, Colombia. *Suelos Ecuatoriales*, 49(1 y 2), Article 1 y 2. [https://doi.org/10.47864/SE\(49\)2019p65-74_107](https://doi.org/10.47864/SE(49)2019p65-74_107)
- Suárez, C., Garrido, N. y Guevara, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Revisión bibliográfica. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 50(1), 20-28.

- Torres, E., Cárdenas, J., Nieto, D., Soto, F. C. y Sotelo, M. (2019). Evaluación de Abono Orgánico de Vinaza y Bagazo de la Caña de Azúcar para la producción ecológica de rabanito (*Raphanus sativus* L.). *Aporte Santiaguino*, 12(2), 236-249.
- Troncoso, C. y Amaya, A. (2017). Entrevista: Guía práctica para la recolección de datos cualitativos en investigación de salud. *Revista de la Facultad de Medicina*, 65(2), 329-332. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v65n2.60235>
- Useche, M., Artigas, W., Queipo, B. y Perozo, E. (2019). Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos. <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/handle/uniguajira/467>
- Valencia, V. (2016). Las estrategias IEC como modelo de comunicación para el desarrollo en la socialización de políticas y programas ambientales. <https://hdl.handle.net/10893/20286>
- Van Hoof, B., Monroy, N. y Saer, A. (2018). Producción más limpia: Paradigma de gestión ambiental. Universidad de los Andes. <https://www.alpha-editorial.com/Papel/9789586827249/Producci%C3%B3n+M%C3%A1s+Limpia+Parad%C3%ADgma+De+Gesti%C3%B3n+Ambiental>
- Vandenbergh, L., Valladares, K., Bittencourt, G., Torres, L., Vieira, S., Karp, S., Sydney, E., De Carvalho, J., Thomaz, V. y Soccol, C. (2022). Beyond sugar and ethanol: The future of sugarcane biorefineries in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 167, 112721. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112721>
- Velásquez, T. y Tocuyo, D. (2021). Ubicación de revistas científicas en cuartiles según SJR: predicción a partir de estadística multivariante. *Anales de Documentación*, 24(1). <https://revistas.um.es/analesdoc/article/view/455951>
- Vigo, E. y Chiroque, E. (2014). Obtención de bioetanol a partir de los residuos fermentables de mango y determinación de parámetros óptimos de destilación. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/15831/1/16103724.pdf>

White, M. y Wagner, B. (2018). Lessons from Germany: The 'ecobalance' as a tool for pollution prevention. *Social and Environmental Accountability Journal*, 16(1), 3-6. <https://doi.org/10.1080/0969160X.1996.9651524>

ANEXOS

ANEXO 1. MODELO DE ENTREVISTA

MODELO DE ENTREVISTA DIRIGIDA AL DUEÑO DE LA DESTILERÍA DE AGUARDIENTE

NOMBRE DEL PROPIETARIO:

FECHA:

EDAD:

ESTADO CIVIL

- a) Soltero (a)
- b) Casado (a)
- c) Unión libre
- d) Otro:

¿CUÁNTAS PERSONAS CONFORMAN SU NÚCLEO FAMILIAR?

NIVEL DE ESTUDIO

- a) Primaria
- b) secundaria
- c) técnico/ tecnólogo
- d) universitario
- e) Ninguna

LA VIVIENDA DONDE USTED HABITA ES

- a) Propia
- b) Arrendada
- c) Familiar

OCUPACIÓN LABORAL

- a) Agricultor

- b) Negocio propio
- c) Empleado público
- d) Otro:

¿HACE CUÁNTO TIEMPO SE DEDICA A LA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ALCOHOL ARTESANAL (ETANOL)?

- a) Menos de 5 años
- b) Entre 5 y 7 años
- c) Entre 7 y 10 años
- d) Más de 10 años

¿CUÁNTO ES LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR QUE NECESITA PARA OBTENER ALCOHOL ARTESANAL AL DIA (LB/ KG)?

¿CUÁL ES LA GANANCIA QUE LE DEJA LA VENTA DE ALCOHOL ARTESANAL MENSUALMENTE?

- a) Menos de \$200
- b) Entre \$300 y \$400
- c) más de \$500
- d) OTRO:

¿DÓNDE COMERCIALIZA ESTE PRODUCTO?

- a) Mercado interno
- b) Mercado externo

¿QUÉ FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA UTILIZA PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DEL ALCOHOL?

- a) Rio
- b) Pozo (agua subterránea)
- c) Otro:

¿QUÉ TIPO RESIDUOS GENERA AL PROCESAR LA CAÑA DE AZÚCAR PARA OBTENER ALCOHOL?

¿QUÉ DESTINO LE DA A LOS RESIDUOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR?

- a) Quema
- b) disposición en carro recolector
- c) entrega a terceros
- d) abono para el propio cultivo
- e) Alimento para animales
- f) Depósito de biodegradación
- g) Otra alternativa:

¿SABE LO QUE SIGNIFICA QUÉ ES UNA GESTIÓN AMBIENTAL?

- a) Si
- b) No

¿TIENE CONOCIMIENTO DE ALGUNA GESTIÓN AMBIENTAL?

- a) Si
- b) No

¿ALGUNA PERSONA DE SU HOGAR HA RECIBIDO CAPACITACIONES EN TEMAS AMBIENTALES?

- a) Si
- b) No

Especifique en qué tema ambiental:

¿DESEARÍA USTED PARTICIPAR EN PROYECTOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN AMBIENTAL?

- a) Si
- b) No

¿EN QUÉ PROYECTO DE GESTIÓN AMBIENTAL LE GUSTARÍA PARTICIPAR?

- a) Abonos orgánicos
- b) Gestión de residuos
- c) Educación ambiental
- d) Otro:

¿CONSIDERA QUE LA ELABORACIÓN DE ALCOHOL CAUSE IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE?

- a) Si
- b) No

¿CÓMO PERCIBE EL IMPACTO QUE CAUSAN LOS RESIDUOS GENERADOS POR LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL?

- a) Bajo impacto
- b) Medio impacto
- c) Alto impacto

¿ESTARÍA UD DE ACUERDO EN APLICAR MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA MEJORAR SU NEGOCIO Y DAR UNA BUENA DISPOSICIÓN A LOS RESIDUOS GENERADOS?

- a) Si
- b) No

ANEXO 2: FICHA DE OBSERVACIÓN

TEMA:	LUGAR:
ACTIVIDAD:	INVESTIGADORES:
PROCESO:	FUENTE:
DESCRIPCIÓN:	FECHA DE OBSERVACIÓN:

ANEXO 3. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Foto 1. Recepción de la materia prima para comenzar el proceso de la obtención del etanol



Foto 2. Entrada del río Chone (desagüe) al Humedal





Foto 3. Segunda etapa del proceso: Fermentación





Foto 4. Tercera etapa del proceso: Destilación





Foto 5. Medición del grado del alcohol



Foto6. Pesaje del bagazo



Foto 7. Realización de entrevista al dueño y miembros de la destilería

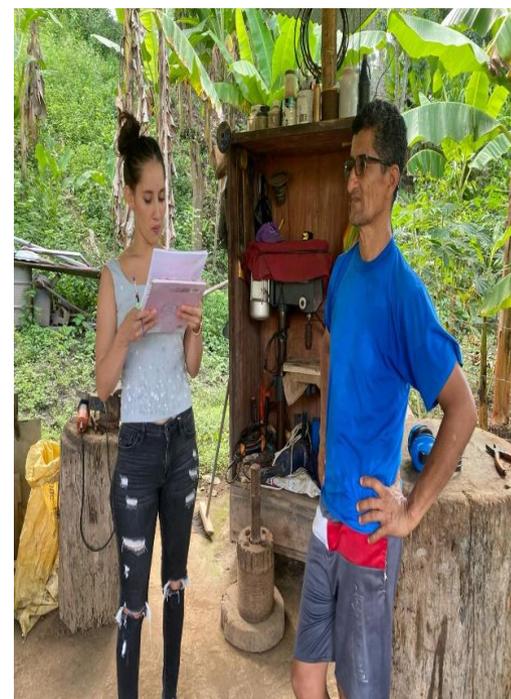


Foto 8. Lugar donde se dispone a colocar los residuos del bagazo y la vinaza



Foto 9. Elaboración de contenedores para el proceso de destilación propios del dueño



Foto 10. Ficha de observación con datos de las operaciones

FICHA DE OBSERVACION	
TEMA:	LUGAR:
ACTIVIDAD:	INVESTIGADORES:
PROCESO:	FUENTE:
DESCRIPCION:	FECHA DE OBSERVACION:

Operaciones

```

    graph LR
      Caña[Caña entra] --> Molienda[Molienda]
      Molienda --> Jugo[Jugo de caña]
      Molienda --> Residuo1[Sale Bagazo Residuo]
      Jugo --> Fermentacion[Fermentacion]
      Fermentacion --> JugoFermentado[Jugo fermentado]
      JugoFermentado --> Destilacion[destilacion]
      Destilacion --> Alcohol[Alcohol]
      Destilacion --> Residuo2[Sale vinaza (mostacho) Residuo]
  
```

Producto final Alcohol

Foto 11. Encuesta realizada a la destilería

2

ANEXOS

ANEXO 1. MODELO DE ENTREVISTA

MODELO DE ENTREVISTA DIRIGIDO AL DUEÑO DE LA DESTILERIA DE AGUARDIENTE

NOMBRE DEL PROPIETARIO *U. J. B. S. S. S.*

FECHA: *Miércoles 23/05/13*

EDAD: *60 años*

ESTADO CIVIL

a) Soltero (a)

b) Casado (a)

c) Unión libre

d) Otro:

CUÁNTAS PERSONAS CONFORMAN SU NUCLEO FAMILIAR *4*

NIVEL DE ESTUDIO

a) Primaria

b) Secundaria

c) Técnico/ Tecnólogo

d) Universitario

e) Ninguna

LA VIVIENDA DONDE USTED HABITA ES

a) Propia

b) Arrendada

c) Familiar

OCUPACION LABORAL

a) Agricultor

b) Negocio propio

c) Empleado publico

d) Otro:

PROMEDIO DE INGRESO MENSUAL

a) Menos de \$100

b) Entre \$100 y \$300

c) Mas de \$400

HACE CUÁNTO TIEMPO SE DEDICA A LA PRODUCCION Y VENTA DE ALCOHOL ARTESANAL (ETANOL)

a) Menos de 5 años

b) Entre 5 y 7 años

c) Entre 7 y 10 años

d) Mas de 10 años

CUÁNTO ES LA PRODUCCION DE CAÑA DE AZUCAR QUE NECESITA PARA OBTENER ALCOHOL ARTESANAL AL DIA (Lb/ Kg) *100 libras caña*

CUÁL ES LA GANANCIA QUE LE DEJA LA VENTA DE ALCOHOL ARTESANAL MENSUALMENTE

a) Menos de \$200

b) Entre \$300 y \$400

c) Mas de \$500

d) Otro:

DONDE COMERCIALIZA ESTE PRODUCTO

a) Mercado interno

b) Mercado externo

QUE FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA UTILIZA PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DEL ALCOHOL

a) Rio

b) Pozo (agua subterránea)

c) Otro:

QUE TIPO RESIDUOS GENERA AL PROCESAR LA CAÑA DE AZUCAR PARA OBTENER ALCOHOL

QUE DESTINO LE DA A LOS RESIDUOS DE LA CAÑA DE AZUCAR

a) Quema

b) Disposición en carro recolector

c) Entrega a terceros

d) Abono para el propio cultivo

e) Alimento para animales

f) Depósito de biodegradación

g) Otra alternativa:

SABE LO QUE SIGNIFICA QUE ES UNA GESTION AMBIENTAL

a) Si

b) No

TIENE CONOCIMIENTO DE ALGUNA GESTION AMBIENTAL

a) Si

b) No

ALGUNA PERSONA DE SU HOGAR HA RECIBIDO ALGUNA CAPACITACIONES EN TEMAS AMBIENTALES

a) Si

b) No

Especifique en que tema ambiental:

DESEARIA USTED PARTICIPAR EN PROYECTOS ASOCIADOS A LA GESTION AMBIENTAL

a) Si

b) No

EN QUE PROYECTO DE GESTION AMBIENTAL LE GUSTARIA PARTICIPAR

a) Abonos orgánicos

b) Gestión de residuos

c) Educación ambiental

d) Otro:

CONSIDERA QUE LA ELABORACION DE ALCOHOL CAUSE IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE

a) Si

b) No

COMO PERCIBE EL IMPACTO QUE CAUSAN LOS RESIDUOS GENERADOS POR LA OBTENCION DE ALCOHOL

a) Bajo impacto

b) Medio impacto

c) Alto impacto

ESTARIA UD DE ACUERDO EN APLICAR MEDIDAS DE GESTION AMBIENTAL PARA MEJORAR SU NEGOCIO Y DAR UNA BUENA DISPOSICION A LOS RESIDUOS GENERADOS

a) Si

b) No