

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
INGENIERÍA AMBIENTAL



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AMBIENTAL

TEMA:

FORMULACIÓN DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS
LIMPIA PARA LA ASOCIACIÓN TSATSAYAKU,
COMUNIDAD NUEVA ESPERANZA, CARLOS JULIO
AROSEMENA TOLA, NAPO

AUTORA:

ALEJANDRA ELIZABETH FEIJOO HERRERA

DIRECTORA: MAGDALENA GRACIELA
BARRENO AYALA

PUYO – ECUADOR

2019 – 2020

DLECARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Por medio del presente, Feijoo Herrera Alejandra Elizabeth con C.I 1500952500 y, declaro ser la autora del trabajo titulado: **“FORMULACIÓN DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA ASOCIACIÓN TSATSAYAKU, COMUNIDAD NUEVA ESPERANZA, CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA, NAPO”**, a la vez cedo los derechos de autor a la Universidad Estatal Amazónica, para que pueda realizar publicaciones sobre la misma de la forma que crea conveniente, así como su almacenamiento tanto en medios físicos como electrónicos.

AUTORA

Feijoo Herrera Alejandra Elizabeth

C.I: 1500952500

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Certifico que el siguiente trabajo fue realizado por la **Srta. Feijoo Herrera Alejandra Elizabeth**, egresada de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Estatal Amazónica, bajo mi supervisión en calidad de director del proyecto de titulación: **“FORMULACIÓN DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA ASOCIACIÓN TSATSAYAKU, COMUNIDAD NUEVA ESPERANZA, CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA, NAPO”**, previo a la obtención del título de Ingeniera Ambiental.

Ms. Sc. Magdalena Graciela Barreno Ayala

0601534597

Director del proyecto

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El proyecto de investigación y desarrollo, titulado: **“FORMULACIÓN DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA ASOCIACIÓN TSATSAYAKU, COMUNIDAD NUEVA ESPERANZA, CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA, NAPO”**, fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.

Dr. Ricardo Abril

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Diéguez Karel

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MSc. William Bladimir

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Gracias a mi madre Patricia Herrera y a mi hermana Adriana Feijoo, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han otorgado. Agradecemos a nuestros docentes de la Universidad Estatal Amazónica, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al M.Sc. Magdalena Barreno tutora de mi proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, y a la asociación Tsatsayaku por su valioso aporte en mi investigación.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados. A mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ella he llegado hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hija. A mi hermana por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida. A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

RESUMEN

Dentro de esta investigación se determinó la posibilidad de la implementación de un plan de producción más limpia con el fin de una mayor eficiencia operativa y menor afectación ambiental en la Asociación Tsatsayaku, a través de los siete pasos necesarios para su formulación, determinando en si los puntos críticos a mejorar del proceso de elaboración de los productos de la empresa, obteniendo la generación de los residuos como el principal problema. Para ello se realizó un análisis bromatológico del mucilago después del proceso de fermentación, siendo el residuo con mayor generación 100 L al mes, el cual es óptimo como materia prima para la elaboración de jalea de cacao, obteniendo una rentabilidad significativa para la empresa de 16% sobre los gastos. De igual manera se propuso alternativas para el uso de la cascarilla. Dentro del estudio se realizó un análisis físico químicos de las aguas residuales para verificar el funcionamiento de la fosa séptica implementada en la asociación Tsatsayaku.

PALABRAS CLAVE

Cacao, chocolate, guayusa, mucilago, propuesta.

SUMMARY

Within this investigation, the possibility of implementing a cleaner production plan will be determined in order to achieve greater operational efficiency and less environmental impact in the Tsatsayaku Association, through the seven necessary steps for its formulation, determining whether Critical points to improve the process of manufacturing the company's products, obtaining the generation of waste as the main problem. For this, a bromatological analysis of the mucilage was carried out after the fermentation process, the residue with the highest generation being 100 L per month, which is optimal as a raw material for the production of cocoa jelly, obtaining a significant profitability for the company of 16 % on expenses. Similarly, alternatives were proposed for the use of the husk. Within the study, a physical chemical analysis of the wastewater was carried out to verify the operation of the seventh implementation in the Tsatsayaku association.

KEYWORDS

Cocoa, chocolate, guayusa, mucilage, proposal.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO I.	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
CAPITULO II.	5
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1 CARACTERÍSTICAS DE <i>Theobroma cacao L.</i>	5
2.1.1 VARIEDADES DE CACAO	5
2.2 CARACTERÍSTICA DE <i>Ilex guayusa</i>	6
2.3 PRODUCCIÓN DE <i>Theobroma cacao L.</i> Y CHOCOLATE EN EL ECUADOR.....	6
2.4 PRODUCCIÓN DE <i>Ilex guayusa</i> EN EL ECUADOR	7
2.5 PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	7
2.5.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	7
2.5.2 BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	7
CAPITULO III.	9
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	9
3.1 LOCALIZACIÓN	9
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	9
3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	10

3.3.1 ETAPAS DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	10
3.3.2 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL MUCILAGO	14
3.3.3 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA RESIDUAL	18
CAPÍTULO IV.	23
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1 EVALUACIÓN INICIAL DE LA EMPRESA	23
4.1.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA ASOCIACIÓN TSATSAYAKU	23
4.1.2 ORGANIGRAMA DE LA ASOCIACIÓN.....	25
4.1.3 ESTADO DEL ARTE DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA	25
4.1.4 PROCESO DE LA ELABORACIÓN DEL CHOCOLATE.....	28
4.1.4.1 FERMENTACIÓN.....	28
4.1.4.2 SECADO.....	29
4.1.4.3 CLASIFICACIÓN Y ALMACENADO.....	29
4.1.4.4 TOSTADO	29
4.1.4.5 ENFRIADO.....	29
4.1.4.6 DESCASCARILLADO	29
4.1.4.7 MOLIENDA.....	29
4.1.4.8 TEMPERADO	30
4.1.4.9 REFINADO Y MOLDEADO.....	30
4.1.5 PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE GUAYUSA DESHIDRATADA	30
4.1.5.1 ADQUISICIÓN DE MATERIA PRIMA	30
4.1.5.2 SECADO.....	30
4.1.5.3 MOLIENDA.....	31
4.1.5.4 EMPAQUETADO	31
4.2 BALANCE DE MATERIA Y ANÁLISIS DE PROCESO	35

4.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS AGUA RESIDUALES	41
4.3 DEFINICIÓN DE OPCIONES DE MEJORA	42
4.4 ASIGNACIÓN DE PRIORIDAD DE LAS OPCIONES DE MEJORA	45
4.5 DEFINICIÓN DE PLANES DE IMPLEMENTACIÓN.....	46
4.5.1 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL MUCILAGO	46
4.3 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LOS RESIDUOS	47
4.4 CARACTERIZACIÓN DEL MUCILAGO	48
4.5 CARACTERIZACIÓN DE LA CASCARILLA	49
4.6 DESARROLLO DEL PLAN DE MEJORA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS OBTENIDOS EN LA ASOCIACIÓN TSATSAYAKU.....	50
4.7 EVALUACIÓN DE RENTABILIDAD DEL PROGRAMA PROPUESTO	51
CAPITULO V.....	53
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
5.1 CONCLUSIONES	53
5.2 RECOMENDACIONES	53
CAPÍTULO VI.....	54
6. BIBLIOGRAFÍA.....	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 - Taxonomía del cacao	5
Tabla 2 - Recomendación técnica de INIAP	5
Tabla 3 - Taxonomía de la guayusa.....	6
Tabla 4 - Rango de volumen de muestras.....	21
Tabla 5 - Datos generales de la empresa Tsatsayaku	23
Tabla 6 - Maquinaria de la empresa Tsatsayaku	26
Tabla 7 - Problemas encontrados en la evaluación inicial de la empresa.....	33
Tabla 8 Cuantificación de las entradas y salidas de la elaboración de chocolate.....	35
Tabla 9 - Diagrama de flujo con datos numéricos de la elaboración de chocolate	36
Tabla 10 Cuantificación de las entradas y salidas de la elaboración de la guayusa deshidratada	38
Tabla 11 - Diagrama de flujo con datos numéricos de la elaboración de la guayusa deshidratada	38
Tabla 12 - Generación de residuos solidos.....	39
Tabla 13 - Generación de efluentes	40
Tabla 14 - Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de las aguas residuales	41
Tabla 15 - Establecimiento de prioridades para los problemas identificados	42
Tabla 16 - Priorización de las opciones de mejora.....	45
Tabla 17 - Resultados obtenidos del análisis bromatológico del mucilago.....	46
Tabla 18 Composición de la cascarilla	49
Tabla 19 Costo de inversión para las infusiones de cascarilla con naranja.....	51
Tabla 20 Costo de inversión para la jalea de mucilago	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Ubicación de la planta de producción perteneciente a la Asociación Tsatsayaku	9
Gráfico 2 Pasos para la elaboración de un plan de mejora.....	13
Gráfico 3 Organigrama de la empresa Tsatsayaku	25
Gráfico 4 Diagrama de flujo de la elaboración del chocolate	32
Gráfico 5 Diagrama de flujo de la elaboración de la guayusa deshidratada.....	33
Gráfico 6 Diseño de la fosa séptica	35
Gráfico 7 Consumo energético	41

CAPITULO I.

1. INTRODUCCIÓN

La Producción más limpia (P+L) ha tenido gran aceptación en el sector empresarial por representar beneficios económicos y sostenible minimizando el impacto ambiental de la industria, dentro de la actividad productiva, interviene prevención de la contaminación, la reducción de sustancias tóxicas y residuos, el manejo eficiente de los recursos naturales como el agua, la energía, las materias primas y auxiliares antes de que finalicen todos los procesos (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2007).

En América del sur, son 11 países los que manejan el concepto de Producción más Limpia. El pionero fue Chile, estos países han encontrado resultados positivos tras su implementación. En Nicaragua, 800 empresas que aplican la metodología de producción más limpia, consiguieron en 15 años aumentar 7% la competitividad (producen más con lo que antes hubieran desechado) han reducido 20 % el consumo energético, 30% menos consumo de agua, 17 % menos desechos sólidos" (León, 2017).

El Centro Ecuatoriano de Producción Más Limpia (CEPL) en el Ecuador es el encargado de la implementación a nivel nacional de la metodología de producción más limpia, creada en enero del 2000 por medio del acuerdo del Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad (MICIP), considera como una corporación sin fines de lucro (Ayala, 2015).

La actividad cacaotera implica tanto lo social (por la cantidad de productores) y lo ambiental (el uso de los recursos naturales), por lo mismo se incluye el término de la sostenibilidad en sus operaciones y actualmente es considerada un factor crítico en las perspectivas de la industria esto se debe a la creciente demanda mundial de chocolate, generando residuos que ha llevado a la industria a implementar iniciativas de sostenibilidad a lo largo de la cadena, (ESPAE Graduate School of Management, 2016).

Los residuos generados por las chocolateras generan una biomasa, la cual se presenta cuando los frutos son cosechados y se someten al despulpado, para posteriormente colocar la cáscara en el proceso de secado, finalmente ser embolsada y etiquetada para su análisis de composición, esta biomasa puede ser reutilizada como fuente energética en la misma empresa (Molina, 2018).

Al igual en los últimos años la comercialización de la guayusa se ha convertido en una importante fuente de ingresos para los indígenas amazónicos, su comercialización con la Asociación Tsatsayaku genera ingresos directos por su venta de \$ 0.35 por libra e ingresos adicionales como premio por el comercio justo equivalente al 15% de todas las compras de guayusa (Dueñas, Logan, Stimola, Florencia, & Melican, 2013).

La Asociación de productores de cacao de Carlos Julio Arosemena Tola “Tsatsayaku”, se compone de familias kichwas y colonas productoras de cacao, café, guayusa y otros productos de la chakra, en un número de 180 asociados pertenecientes a 13 comunidades asociadas, es estima como beneficiarios indirectos 500 familias, se enfocan en la elaboración de chocolate negro en diversas presentaciones, guayusa deshidratada (Asociación de Productores de Cacao Fino de Aroma de Carlos Julio Arosemena Tola, 2018).

Hoy en día la contaminación ambiental es considera un problema primordial, por lo mismo en los últimos años ha venido evolucionando los conceptos asociados con el termino de tecnologías limpias, enfocándose en la reducción de contaminantes, incluyendo procesos energéticos eficientes y el de producción más limpia , que es utilizado para prevenir la contaminación ambiental, a través del mejoramiento de la productividad y competitividad de la empresa obteniendo así beneficios económicos para la misma (Fonseca, 2017).

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La Asociación de productores de cacao de Carlos Julio Arosemena Tola “Tsatsayaku” se enfocan en la elaboración de chocolate negro en diversas presentaciones y guayusa deshidratada. Para la elaboración del chocolate, el cacao pasa por un proceso de post cosecha que consiste en las etapas de fermentación, secado, clasificación y almacenado, una vez adquirido el cacao fresco en baba, pasa por la etapa de fermentación se desarrolla el aroma y el sabor único del chocolate, se almacena los granos frescos en cajones de cascada de tres niveles en un periodo de cinco días, donde interviene diversos factores como la pulpa, la acción de los microorganismos, el aire y las altas temperaturas, la transformación bioquímica interna y externa de las almendras, eliminando así el mucílago que recubre las almendras y la muerte del embrión que se encuentra dentro de éstas (Sevilla, 2007). El proceso consta de dos fases la fase anaeróbica y la fase aeróbica, en la chocolatera Tsatsayaku el mucílago se almacena en un pozo de 50 cm x 50 cm y una vez lleno es desechado, originando un desperdicio de materia

prima. En la etapa de clasificado y almacenado, se selecciona solo los granos más grandes y los granos no selectos son desechados, los granos seleccionados son almacenados para el proceso de elaboración del chocolate donde el cacao seco pasa por las etapas de tostado, enfriado, descascarillado, molienda, refinado/moldeado y el cuarto frio. Dentro de la etapa de descascarillado, el cual consiste en retirar la cascarilla del cacao para así obtener la semilla, en este proceso la cascarilla se deposita en sacos y posteriormente es convertida en abono o simplemente se desecha, esta cascarilla corresponde aproximadamente el 15% del peso bruto de la materia prima. En el proceso para la obtención de guayusa deshidratada, la guayusa pasa por los procesos de recepción de materia prima, secado, molido y empaquetado, en el proceso de molido existe la emanación de polvo hacia los trabajadores.

Una vez finalizado la etapa de fermentación se utiliza agua para la limpieza de los cajones de madera, la misma que se mezcla con el mucilago almacenado, los demás efluentes líquidos proveniente de la empresa son destinado a una fosa séptica, liberando el agua tratada a un cuerpo hídrico.

Tanto el mucilago, la cascarilla y la calidad de los efluentes líquidos hacia el cuerpo hídrico son unos de los principales problemas para la empresa y dado que existen antecedentes de productos a base de esta cascarilla y del mucilago se puede evidenciar una oportunidad de aprovechamiento de recursos y de generación de ingresos a través de la creación de nuevos productos o reutilización para la asociación a través del plan de producción más limpia.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué forma se podría aprovechar el residuo del cacao que se origina en la asociación Tsatsayaku perteneciente en la Comunidad Nueva esperanza?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Ecuador es considerado un líder en la producción de cacao fino de aroma, con una participación del 62% en el mercado mundial, esta actividad es utilizada como fuente de trabajo por aproximadamente unas cien mil familias pero que mantienen niveles de productividad muy bajos.

La mayor concentración del cultivo del cacao se encuentra en las provincias del litoral (Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas y El Oro), en las estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes y en las provincias del nororiente del Ecuador (Sucumbíos, Orellana y Napo).

Se considera un crecimiento de más de 35% anual en el mercado de chocolates especiales, principalmente los chocolates oscuros con alto contenido de cacao (Unidad de desarrollo agrícola, división de desarrollo productivo y Empresarial, 2015).

En el proceso de elaboración de chocolate oscuro se genera desechos o desperdicios, los mismos que sin un adecuado manejo puede causar problemas ambientales, tanto dentro como fuera de la empresa (Castro, 2014).

Al igual que el chocolate en la actualidad, en el mercado nacional e internacional las infusiones y bebidas energéticas se encuentra en pleno auge, lo que le da a la guayusa un potencial de crecimiento para su cultivo e industrialización. Este éxito representa una gran ventaja económica tanto a nivel familiar como asociaciones (Espinoza, 2013).

Por lo cual, se pretende implementar la producción más limpia que permita mayor eficiencia operativa y menor afectación ambiental de la Asociación Tsatsayaku.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Formular un plan de Producción Más Limpia en el proceso de elaboración del chocolate y guayusa deshidratada para la Asociación Tsatsayaku, Napo, Ecuador.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual de la Asociación Tsatsayaku.
- Realizar un diagrama de flujo del proceso para la elaboración del chocolate y guayusa deshidratada, con el fin de cuantificar entradas y salidas de materia y energía.
- Realizar un análisis del principal problema identificado para la formulación de un plan de mejora en la Asociación Tsatsayaku.

CAPITULO II.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 CARACTERÍSTICAS DE *Theobroma cacao* L.

El Cacao (*Theobroma cacao* L.), es una planta tropical mediana de 4-8 m de altura, nombrado comúnmente árbol de cacao o cacaotero, cultivada por sus semillas, utilizadas para la elaboración del chocolate, es originario de las regiones tropicales de América, fue clasificado botánicamente por Carlos Linneo (Jaime Vera Chang, 2014).

Tabla 1 - Taxonomía del cacao

Reino:	Plantae	División:	Magnoliophyta
Subreino:	Tracheobionta	Orden:	Malvales
Clase:	Magnoliopsida	Familia:	Malvaceae
Subclase:	Dilleniidae	Subfamilia:	Byttnerioideae
Tribu:	Theobromeae	Especie:	T. cacao
Género:	Theobroma	Nombre binomial:	Theobroma cacao L

Fuente: Molina, 2018

2.1.1 VARIEDADES DE CACAO

Para la producción de cacao en el Ecuador existen dos variedades de cacao que son: variedad de cacao nacional EET-559, variedad de cacao CCN-51.

- Variedad de cacao nacional EET-559

Los frutos presentan una coloración amarillenta en etapa de maduración, es considerado altamente productivo, calidad fina o de aroma fino, siendo la variedad utilizada para la elaboración del chocolate en la asociación.

- Variedad de cacao CCN-51

En etapa de desarrollo y madurez los frutos son de una coloración rojiza, contienen grandes cantidades de grasa, por lo que es altamente productivo en el país.

Tabla 2 - Recomendación técnica de INIAP

Provincia	Zonas Agroecológicas	Clones
-----------	----------------------	--------

Pastaza	Puyo, Arajuno, Santa Clara, Carlos Julio Arosemena.	EET- 95,EET- 96,EET- 103,EET- 111
---------	--	---

Fuente: AGROCALIDAD

En la tabla 2 se observa la variedad clonal de cacao recomendado por INIAP en la provincia de Pastaza, estas varían dependiendo de la zonificación por provincias, regiones y zonas agroecológicas (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD), 2015).

2.2 CARACTERÍSTICA DE *Ilex guayusa*

Guayusa (*Ilex guayusa*) conocida también por diversos nombres vulgares como "Guayusa", (Colombia), "Aguayusa", "Guaiñusa", "Guayusa", "Wayusa" (Ecuador), es un árbol aromático y medicinal de 10 m de altura aproximadamente. En el Ecuador se le encuentra en la región oriental, principalmente en las provincias Napo, Pastaza (Chiriboga, 2009).

Tabla 3 - Taxonomía de la guayusa

Clase	Equisetopsida
Subclase	Magnoliidae
Superorden	Asteranae
Orden	Aquifoliales Senft
Familia	Aquifoliaceae Bercht. & J. Presl
Género	<i>Ilex</i> L.
Especie	<i>Ilex Guayusa</i>

Fuente: Chiriboga, 2009

2.3 PRODUCCIÓN DE *Theobroma cacao* L. Y CHOCOLATE EN EL ECUADOR

La producción de cacao ha encaminado al Ecuador a ser considerado importante productor de cacao en grano a nivel mundial, generando una fuente económica para decenas de miles de familias campesinas, principalmente en las provincias de la región costa y algunas de la región amazónica, permitiendo así exportaciones internacionales que ayudan a la economía ecuatoriana. Las condiciones del ecosistema del Ecuador ha sido un factor preciso para el incremento de esta actividad.

La producción de cacao en el Ecuador se concentra en la provincia de Guayas con un 65%, Pichincha con 11%, resto de provincias 17% y el Oro 7 %.

En la elaboración de chocolate la mayor concentración de empresas se encuentra ubicadas en Pichincha con un 60%, Guayas con 34%, Azuay 3% y Loja 3% (Coporación Financiera Nacional, 2018).

2.4 PRODUCCIÓN DE *Ilex guayusa* EN EL ECUADOR

La guayusa (*Ilex guayusa*) es una planta nativa de la Amazonía. Su cultivo es tradicional y se remonta a siglos atrás y pertenece a la tradición agro-silvícola del pueblo Kichwa amazónico del Ecuador. Sobre todo, se encuentra en la provincia de Napo, pero está presente también en las provincias de Sucumbíos, Orellana, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Se aprecia que la guayusa se cultiva y crece bien especialmente en el pie de monte Amazónico desde el sur de Colombia hasta el norte de Perú. Pero una ventaja comparativa importante es que la guayusa está presente y, al parecer, prende y crece mejor, en la alta Amazonía ecuatoriana, en especial en la provincia de Napo (Crespo, 2013).

2.5 PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

2.5.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

La producción más limpia (P+L) se define como, aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva que involucra los procesos, productos y servicios de una empresa obteniendo una mayor eficiencia, reduciendo los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

En las actividades que realiza la empresa la producción más limpia abarca el ahorro de las materias primas, energía, la eliminación de materias primas tóxicas, la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones, en lo que se refiere al producto ayuda a reducir los impactos negativos que se generan a lo largo del ciclo de vida del producto, e incorpora consideraciones ambientales en el servicio que ofrece la empresa (ONUDI, 2001).

2.5.2 BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Cuando una empresa implementa la producción más limpia disminuye la generación de desechos y contaminantes aun antes de que estos sean generados, generando así un efecto inmediato en la reducción del consumo de materias primas, agua y energía.

Al minimizar los desechos se obtiene una reducción en el uso de materias primas e insumos, lo cual se traduce en ahorro de costos de producción, tratamiento y disposición de desechos, disminuye la responsabilidad legal por limpieza de contaminantes, reduce los riesgos a la salud y seguridad de los trabajadores, mejora las relaciones con la comunidad y la imagen empresarial (Irene, 2016).

Por lo cual podemos enlistar los siguientes beneficios que obtiene una empresa al implementar la producción más limpia

- ✓ Optimizar la calidad de los productos de chocolate y guayusa y sus servicios.
- ✓ Generar ahorros económicos de materias primas, agua y energía.
- ✓ Mejorar la imagen pública de la Asociación Tsatsayaku y obtener reconocimiento y buen nombre a nivel nacional e internacional.
- ✓ Optimizar los procesos y los recursos.
- ✓ Facilitar el cumplimiento de los requisitos ambientales de la empresa y permitir su desarrollo sostenible.
- ✓ Reducir los costos relacionados al tratamiento, al almacenamiento y disposición de residuos.
- ✓ Mejorar las condiciones de trabajo y seguridad de los trabajadores.
- ✓ Incrementar la competitividad de la Asociación Tsatsayaku.

CAPITULO III.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto se realizará en la planta de producción perteneciente a la Asociación Tsatsayaku, Comunidad Nueva Esperanza, cantón Carlo Julio Arosemena Tola, provincia de Napo.

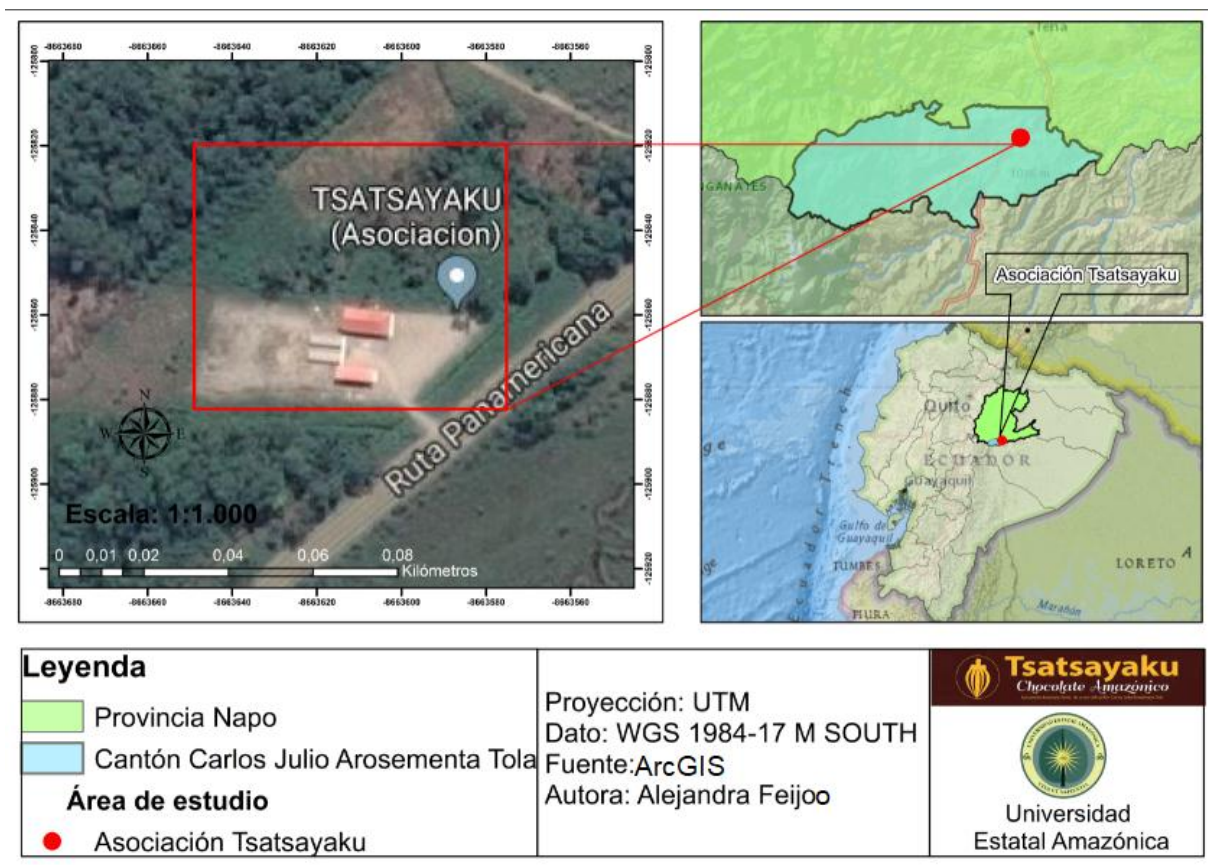


Grafico 1 Ubicación de la planta de producción perteneciente a la Asociación Tsatsayaku

Fuente: ArcGIS

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto será una investigación de tipo aplicada, ya que todo se fundamentará en la investigación bibliográfica y en el levantamiento de información a nivel de campo en la asociación de estudio.

3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Para la implementación de la metodología de producción más limpia se empleó las siguientes etapas:

3.3.1 ETAPAS DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

3.3.1.1 INICIO DE CICLO

Compromiso de la gerencia

Para que la implementación del programa de P+L sea exitoso, fue necesario el apoyo gerencial de la empresa y su involucramiento en la supervisión directa de las mejoras, así como el compromiso adquirido, mediante la emisión de la Política de Producción más limpia.

A continuación, se redacta la política de P+L que fue formulada para la empresa Tsatsayaku:

Política de Producción más Limpia de la empresa TSATSAYAKU

Yo MORENO PILA JUAN DAVID representante legal de empresa Tsatsayaku, con el objetivo de reducir riesgos, mejorar el cumplimiento legal y aumentar la competitividad de la empresa, me comprometo a:

1. Optimizar la calidad de los productos de chocolate y guayusa y sus servicios.
2. Generar ahorros económicos de materias primas, agua y energía.
3. Mejorar la imagen pública de la asociación Tsatsayaku y obtener reconocimiento y buen nombre a nivel nacional e internacional.
4. Optimizar los procesos y los recursos.
5. Facilitar el cumplimiento de los requisitos ambientales de la empresa y permitir su desarrollo sostenible.
6. Reducir los costos relacionados al tratamiento, al almacenamiento y disposición de residuos.
7. Mejorar las condiciones de trabajo y seguridad de los trabajadores.
8. Incrementar la competitividad de la Asociación Tsatsayaku.

Para constancia de lo mencionado me suscribo.

Atte.:

Moreno Pila Juan David

3.3.1.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para esta etapa se realizó una revisión completa de la empresa, levantando una lista de los procesos y operaciones unitarias y anotando en un diagrama de proceso sus principales entradas y salidas. Debe darse especial atención a las actividades periódicas como el lavado de los cajones de madera para la fermentación y demás maquinaria y los procesos donde se generan desechos para determinar el volumen generado (Fonseca, 2017).

En esta etapa también se utilizó el método de las “5 M”, consiste en un análisis estructurado de los cinco pilares fundamentales, de los cuales giran las posibles causas de un problema. Estas cinco “M” son las siguientes: materiales, métodos, mano de obra, materiales, medio ambiente y maquinaria (Ruiz, 2011).

3.3.1.3 BALANCE DE MATERIALES O ANÁLISIS DEL PROCESO

Una vez seleccionado los principales procesos de la Asociación, se han identificado tanto las entradas como las salidas de las operaciones unitarias que los conforman, se definen los recursos y materias primas que se van a cuantificar, así como los puntos y períodos de tiempo para la cuantificación. En esta etapa, también se lleva a cabo un análisis de las posibles causas de los problemas identificados. Se elabora un balance de materiales, el cual básicamente consistirá en completar el diagrama de flujo con datos numéricos.

Balance de masa

Para el cálculo de masa, se contabilizó las entradas y salidas de masa de los procesos para la elaboración de chocolate y guayusa deshidratada. No es más que la aplicación de la ley de conservación de la masa que expresa “La masa no se crea ni se destruye”. La realización del balance sirve para el cálculo del tamaño de los equipos que se emplean y así poder evaluar sus costos (Deiana, Granados, & Sardella, 2018).

Para el cálculo de masa se aplicó la siguiente ecuación:

$$ME = MS$$

$$Mi1 + Mi2 + \dots + Min = Mp + Mr + Mn$$

Donde:

ME: masa de entrada

MS: masa de salida

Mi1: masa de insumo 1

Mi2: masa de insumo 2

Min: masa de insumo n

Mp: masa de producto

Mr: masa de residuo

Mn: masa no identificado

3.3.1.4 DEFINICIÓN DE OPCIONES DE MEJORA

Una vez identificados los problemas se transformaron en objetivos verificando su viabilidad técnica, económica, ambiental, financiera y social para transformarlos en opciones de mejora.

3.3.1.5 ASIGNACIÓN DE PRIORIDAD DE LAS OPCIONES

En base en los resultados de la evaluación de opciones de mejora, se elaboró una lista de prioridades, donde las opciones fáciles de implementar pueden llevarse a cabo inmediatamente (buenas prácticas) en cambio las opciones a mediano y largo plazo necesitan un análisis técnico más detallado (estudio de factibilidad) para su implementación en la siguiente fase.

Se puede decir que la evaluación de opciones de Producción Más Limpia para optimizar la eco eficiencia se basa en ocho principios básicos:

1. Mejor control del proceso para mantener condiciones controladas.
2. Buen mantenimiento.
3. Uso eficiente de la energía.
4. Sustitución de las entradas.
5. Reusó/recuperación in situ.
6. Modificación de los equipos.
7. Cambio de tecnología.
8. Cambio de producto (Oyola, 2007).

3.3.1.6 DEFINICIÓN DE PLANES DE IMPLEMENTACIÓN

Una vez priorizadas las opciones de mejora se transformaron en un plan de mejora que servirá como medidas de cambio dentro de la Asociación Tsatsayaku para mejorar su eficiencia operativa y menor afectación ambiental.

Plan de mejora

Para que la Asociación Tsatsayaku pueda responder ante los cambios de su entorno y cumplir con los objetivos planteados, debe implementar un plan de mejora con la finalidad de identificar puntos débiles para poder solucionarlos.

El plan de mejora es un mecanismo para identificar los puntos críticos en la asociación para poder elaborar soluciones que generen mejores resultados.

A través de la implementación de un plan de mejora, la asociación podrá alcanzar las metas que se han propuesto, adquiriendo un lugar importante y reconocimiento dentro de su entorno (Oyola, 2007).

Paso para la elaboración de un plan de mejora

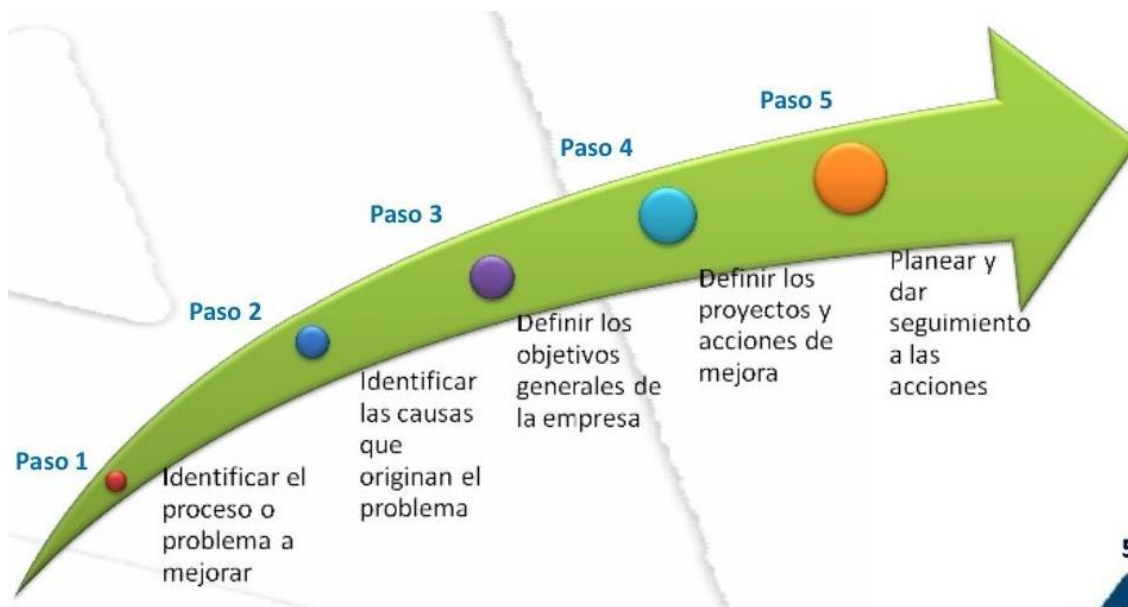


Gráfico 2 Pasos para la elaboración de un plan de mejora

Fuente: Fonseca, 2017

La elaboración de un plan de mejora consiste en cinco pasos como se puede observar en el gráfico 2.

Con el fin de poder realizar un plan de mejora de los residuos obtenidos en la Asociación Tsatsayaku., se realizó un análisis bromatológico del mucilago después de la fermentación, se recolecto dos muestras, la primera durante los primeros días de fermentación y la segunda después de dos meses de la fermentación. Se determinó el porcentaje de proteína, los azucares totales, pH, ácido acético, ácido cítrico, cenizas o minerales y humedad. Para cada parámetro se realizó tres repeticiones de cada muestra.

Al igual se realizó análisis físico químico de las aguas residuales de la planta de producción, se determinó pH, conductividad, turbiedad, fosforo, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), solidos suspendidos totales (SST), temperatura, para comprobar la eficiencia de la fosa séptica instalada en la asociación.

Los análisis fueron realizados en los laboratorios de la Universidad Estatal Amazónica.

3.3.2 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL MUCILAGO

3.3.2.1 RECURSOS Y MATERIALES

3.3.2.1.1 EQUIPOS

- Estufa regulada a 105°C
- Balanza analítica de 0,1mg
- Desecadores con deshidratante adecuado
- Bloque de digestión kjeldahltherm
- Destilador de proteínas
- Refractómetro
- pHmetro
- Agitador magnético
- Mufla
- Estufa

3.3.2.1.2 UTENSILIOS Y MATERIALES

- Pinzas
- Espátula
- Capsulas de vidrio
- Pipeta volumétrica
- Agitador magnético

- Soporte universal
- Pipeta pasteur
- Pera pipeteadora
- Vaso de precipitación
- Crisoles
- Desecador
- Pinzas de crisol
- Guantes térmicos
- Caja de petri

3.3.2.1.3 REACTIVOS Y DISOLVENTES

- H₂SO₄ concentrado
- Tabletas kjeldahl
- Agua destilada
- HCL
- NaOH
- Fenoltaleína

3.3.2.2 OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

Para el análisis del mucilago después de la fermentación se tomó dos muestras, la primera muestra se la tomo en los primeros días de la fermentación, la cual se le denominó muestra A, la segunda muestra es de un periodo dos meses después de la fermentación denominada muestra B.

La muestra A se obtuvo en el proceso de fermentación, se colocó un envase debajo de las cajas de fermentación, evitando el contacto con la muestra B, la cual se encontraba en un tanque de cemento subterráneo de 50cm x 50cm. Para la obtención de la muestra B se tomó una muestra compuesta, para ello se mezcló el contenido previo a su obtención.

3.3.2.3 PARÁMETROS ANALIZADOS

- Determinación proteína por el método de Kjeldahl

El método Kjeldahl se utiliza para la determinación del contenido de nitrógeno en muestras orgánicas e inorgánicas, consta de tres etapas

Digestión: una vez agitada las muestras A y B se pesó aproximadamente 5 g de la muestra homogénea, se introdujo las muestras en un matraz de digestión, se añadió tableta Kjeldahl de 5 g de catalizador de Missouri. Se agregó 20 ml de Ácido Sulfúrico 98%, dentro de la cámara de gases agitando el tubo suavemente. Durante 2 horas a 400 °C se dejó en el bloque de digestión kjeldahltherm, una vez finalizado las 2 horas, se deja enfriar la muestra a temperatura ambiente y se añaden con precaución 100 ml de agua. A continuación, la muestra es transferida a la unidad de destilación.

Destilación: se colocó las muestras en el destilador de proteínas donde una corriente de vapor de agua se burbujea en la muestra y arrastra el NH₃ formado, se añade 50 ml de sodio hidróxido al 50 % para neutralizar el pH de la muestra y convertir el NH₄⁺ en NH₃, cada muestra duro 10 min.

Valoración: para la valoración se titula HCl hasta que la solución tenga un ligero color violeta, con la concentración y el volumen de HCl gastado en la valoración, podemos calcular el % de proteína en las muestras.

Para determinar el % de proteína se utilizó la siguiente formula:

$$\%Proteina = \left(\frac{v \times 0,2036271 \times 0,014 \times 100}{vm} \right)$$

Donde:

V: volumen utilizado de H₂SO₄

Vm: volumen de la muestra utilizada

- Determinación de azúcares totales por medición de grados brix

Se colocó dos gotas de cada muestra dentro del refractómetro.

- Determinación del pH

Se introdujo el electrodo de pHmetro en vasos de precipitación de 100ml con la muestra.

- Determinación de acidez

Grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una "valoración volumétrica con un reactivo básico. El resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material, así se determinó el % de ácido cítrico y ácido acético.

Una vez agitada las muestras A y B se pesó aproximadamente 5 gr de la muestra homogénea, agregando tres gotas de fenoltaleína, en un agitador magnético se titula NaOH hasta que la

solución tenga un ligero color rosado pálido, con la concentración y el volumen de NaOH gastado en la valoración, podemos calcular el % de ácido cítrico y ácido acético.

Para calcular el % de ácido cítrico se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ácido cítrico} = \frac{V \times 0,099674 \times \text{Meq}}{Vm} \times 100$$

Donde:

V: volumen utilizado de NaOH

Meq: miliequivalente de ácido cítrico

Vm: volumen de muestra utilizada

Para calcular el % de ácido acético se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ácido acético} = \frac{V \times 0,099674 \times \text{Meq}}{Vm} \times 100$$

Donde:

V: volumen utilizado de NaOH

Meq: miliequivalente de ácido acético

Vm: volumen de muestra utilizada

- Determinación de cenizas o minerales por el método de calcinación

Una vez pesado los crisoles, se agregó dos gramos de la muestra, antes de colocar en la mufla se calcino en la estufa en la cámara de gases y posteriormente se ubicó en la mufla a 2 horas a 450°C. Después del tiempo requerido se ubica los crisoles en el desecador hasta que se enfríen para poder pesar y calcular el porcentaje de cenizas.

Para determinar el % de ceniza se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ceniza} = \frac{PMC}{PM} \times 100$$

Donde:

PMC: peso de crisol con muestra consumida – peso del crisol

PM: peso de crisol con muestra – peso de crisol vacío

- Determinación de humedad por el método por secado en estufa

Se pesó de 5 gr de muestra en una caja de petri previamente pesada, se secó la muestra en la estufa 2 horas. a 110°C. Se retiró de la estufa y se colocó en el desecador hasta que se enfríe

para posteriormente pesar y calcular el porcentaje de humedad, reportándolo como pérdida por secado a 110°C.

Para determinar el % de humedad se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Donde:

Pi: peso inicial con la muestra

Pf: peso final con la muestra consumida

3.3.3 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA RESIDUAL

3.3.3.1 RECURSOS Y MATERIALES

3.3.3.1.1 EQUIPOS

- Estufa regulada a 105°C
- pHmetro
- Agitador magnético
- Mufla
- Estufa
- Espectrofotómetro UV-visible
- Incubadora
- Turbidímetro
- Conductímetro

3.3.3.1.2 UTENSILIOS Y MATERIALES

- Pinzas
- Espátula
- Pipeta volumétrica
- Agitador magnético
- Pipeta pasteur
- Pera pipeteadora
- Vaso de precipitación
- Crisoles
- Desecador
- Pinzas de crisol

- Guantes térmicos
- Tubos de ensayo de vidrio con tapón de rosca
- Gradilla para tubos de ensayo

3.3.3.1.3 REACTIVOS Y DISOLVENTES

- Agua destilada
- Cloruro de Sodio
- Disolución patrón de Ftalato
- Acido de potasio
- Dicromato potásico
- Reactivo vanado-molíbdeno

3.3.3.2 IDENTIFICACIÓN DE SITIO DE OBTENCIÓN DE LA MUESTRA DE AGUAS RESIDUALES

La muestra se obtuvo de la Asociación Tsatsayaku de la comunidad Nueva Esperanza, el sitio de toma de las muestras correspondió a la tubería de agua residual final de la fosa séptica que conduce al cuerpo de agua receptor.

3.3.3.3 OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

Debido a la variabilidad en la composición, caudal, concentración del líquido durante el día, se tomó 1 muestra compuesta (4 litros) entre las 9h00 am y las 16h00 pm, que representa el horario con mayor actividad de la empresa, los muestreos se realizaron por cinco días. Cada muestra se mantuvo en botellas de color ámbar y se conservaron según los métodos descritos por NTE INEN 2169:98 - NTE INEN 2176:98 (Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras, técnicas de muestreo) y con esto se garantizó que la muestra se encuentre en condiciones óptimas.

Antes de la toma de muestras se registró la temperatura que corresponde al agua residual, igualmente se calcularon los valores correspondientes al caudal con la ayuda de un cronómetro y el tiempo de llenado para un recipiente de 1 litro.

3.3.3.4 PARÁMETROS ANALIZADOS

- Determinación de pH

Se introdujo el electrodo de pHmetro en vasos de precipitación de 100ml con cada muestra.

- Determinación de conductividad

Una vez agitado las muestras homogéneamente se introdujo en la celda directamente del conductímetro, garantizando que la ranura del sensor quede completamente sumergida en ella, después de unos segundos se registró los resultados.

- Determinación de Turbiedad

Previamente se agito las muestras en sus recipientes, adicionando cuidadosamente la muestra en la celda de turbidímetro de tal manera que no forme burbujas, se colocó la celda con muestra en la porta celda, asegurando que la celda entra hasta el fondo de la porta celda, después de seis segundos se obtuvo el resultado para registrarlo.

- Determinación de los Sólidos Suspendidos Totales

Para la determinación de SST se pesó previamente el papel filtro, una vez registrado el peso se agito la muestra invirtiendo el recipiente varias veces, utilizando un aforo de sólidos en suspensión se vertió la muestra a través del papel filtro, posteriormente se secó los papeles filtros en el horno a 105°C, durante 2 horas, una vez el papel filtro estuvo a temperatura ambiente se pesó y registro el peso.

Para los cálculos se utilizó la siguiente ecuación:

$$SST = \frac{(A - B)1000000}{100}$$

Donde:

SST: Sólidos Totales, en mg/L

A: Peso final del papel filtro con el residuo seco, en gramos.

B: Peso inicial del papel filtro en gramos.

- Determinación de la Demanda Química de Oxígeno por método espectrofotométrico

En 5 tubos de ensayo previamente enumerados se añadió 0.8 ml de disolución de dicromato potásico, se enraso cada tubo de ensayo hasta 2.5 ml con agua destilada, luego se colocó 2.5 ml de ácido sulfúrico concentrado en cada tubo de ensayo, todo esto se realizó en la campana extractora utilizando gafas de protección y guantes, colocando el ácido con una pipeta poco a poco, concluido esto se agito para calentar las muestras en el calefactor durante 20 minutos.

Una vez en temperatura ambiente se realizó las lecturas de Absorción UV-visible, para ello se ajustó el espectrofotómetro para medidas de absorbancia a 420 nm, se colocó el blanco en el aparato para poder medir finalmente la absorbancia a 420 nm de los patrones y de las 5 muestras.

- Determinación de Fosforo Total por método espectrofotométrico

Con ayuda de una pipeta se colocó 5 ml de la muestra, se transfirió a tubos de ensayo donde se añadió 10 ml de la disolución vanado-molibdato enrasando con agua destilada, una vez agitado bien se calentó las muestras en el calefactor durante 20 minutos.

Una vez en temperatura ambiente se realizó las lecturas de Absorción UV-visible, para ello se ajustó el espectrofotómetro para medidas de absorbancia a 420 nm, se colocó el blanco en el aparato para poder medir finalmente la absorbancia a 420 nm de los patrones y de las 5 muestras.

- Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno

Se preparó el agua para diluir la muestra utilizando una bolsa de solución tampón de nutriente de DBO, con los valores obtenidos de la DBO se determinó el rango de los volúmenes de las muestras requeridas.

Tabla 4 - Rango de volumen de muestras

DBO	Volumen	Inoculo	Agua de disolución	de Resultado
0-70 mg/L	307 ml	20 ml	355 ml	1,16
0-35 mg/L	370 ml	20 ml	420 ml	1,14

Fuente: Feijoo, 2019

Con una pipeta serológica se midió una serie graduada de siete porciones de muestra bien mezclada y posteriormente se transfirió a botellas separadas de DBO de 500 ml y con tapón de vidrio. Se agregó dos chorros de inhibidor de nitrificación (aproximadamente 0,16 g) a cada botella, se añadió la muestra lentamente por los lados de la botella para evitar la formación de burbujas, previamente se colocó una tapa de plástico en el pico de cada botella para colocar las botellas en una incubadora a $20 \pm 1^\circ\text{C}$, durante cinco días en oscuridad, una vez finalizado el período de incubación, se determinó el contenido de oxígeno disuelto (mg/l de OD restante) de cada botella.

Para calcular la DBO, se debe utilizar la siguiente ecuación, la cual es matemáticamente equivalente a la ecuación de la DBO en los métodos estándar:

$$DBO = (muestra - blanco) \times 1,16$$

Donde:

Muestra: Las muestras utilizadas

Blanco: El blanco dependiendo de cada rango

1,16: estándar

- Determinación del caudal por método volumétrico

Para el cálculo de caudales en la empresa se aplicó el método volumétrico que consiste en tomar el tiempo que tarda un recipiente con un volumen determinado en llenarse.

Para ello se utilizó la siguiente formula:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q: Caudal

V: Volumen del recipiente

t: Tiempo

CAPÍTULO IV.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EVALUACIÓN INICIAL DE LA EMPRESA

4.1.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA ASOCIACIÓN TSATSAYAKU

Tabla 5 - Datos generales de la empresa Tsatsayaku

Razón Social

Asociación de Productores de Cacao Fino de Aroma de Carlos Julio Arosemena Tola

Objeto

Producir y comercializar de forma asociativa el cacao, café y la guayusa.

Nombre Comercial

Tsatsayaku

Ubicación

Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, comunidad Nueva Esperanza. Vía Puyo Tena

RUC

1591710458001

Coordenadas

Longitud: -77.826589 Latitud:-1.130491 Altura:537

Existencia Legal

SEPS-ROEPS-2013-003084 “Organización de la Economía Popular y Solidaria”.

Fecha de Resolución

21/06/2013

Correo

tsatsayaku@hotmail.com

Teléfono

0995962669/062853259

Número de asociados

180 familias

Número de comunidades asociadas

13 comunidades: Nueva Esperanza, Santa Rosa, Luz de América, Ishpingo, Kotona, Apuya, Misiurku, San Clemente, Flor del Bosque, Ila, Tsawata, San Francisco, Arosemena Tola.

Beneficiarios indirectos

500 familias

Representante Legal

David Moreno

Cédula

0103838926

Correo

tsatsayaku@hotmail.com

Teléfono

0995962669 / 062853259

Productos que elabora Tsatsayaku

- Barra de chocolate 100% cacao de 450g. Barra de chocolate 100% cacao de 250g.
- Guayusa deshidratada de 300g.
- Cacao de 45kg.
- Guayusa de 45kg.

Número de trabajadores

- 16

Logotipo de la empresa

Fuente: Asociación Tsatsayaku, 2018

4.1.2 ORGANIGRAMA DE LA ASOCIACIÓN

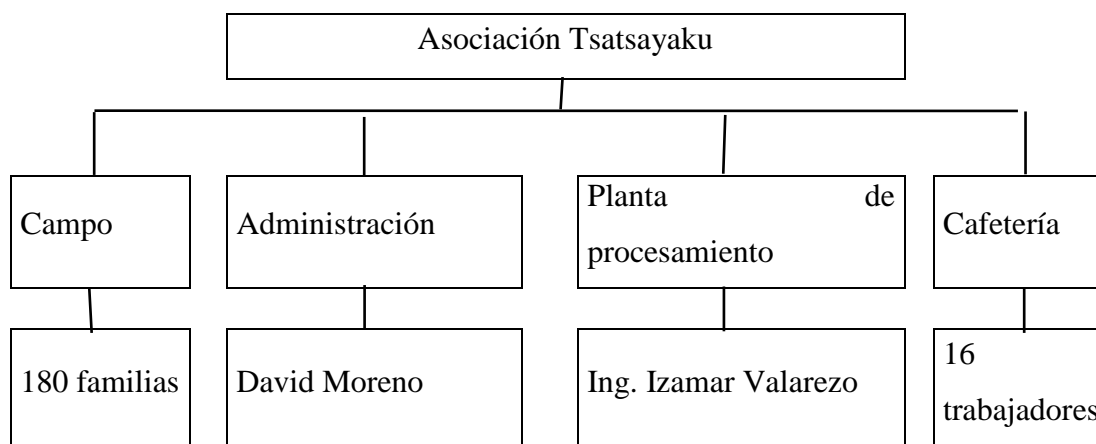


Gráfico 3 Organigrama de la empresa Tsatsayaku

Fuente: Asociación Tsatsayaku, 2018

4.1.3 ESTADO DEL ARTE DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA

Mano de obra: La empresa Tsatsayaku dispone de personal con mucha experiencia en su trabajo y que ha recibido entrenamiento en diversos temas, gracias al apoyo de varias Instituciones, Autoridades Gobiernos Municipales y Provinciales y ONGS para el fortalecimiento organizativo, lo que representa una fortaleza de la organización,

Materiales: Al ser una asociación, son ellos mismo sus propios proveedores, garantizando la calidad de la materia prima, actualmente cuenta con 200 hectáreas de cacao nacional fino de aroma orgánico produciendo 800 qq de cacao seco y 2400 qq de cacao en baba al año, pero la mayor parte es vendida.

Método: Los procedimientos que maneja la empresa, son los comunes para industrias que elaboran chocolate y guayusa deshidratada; sin embargo, desde el punto de vista de prácticas operacionales y de Producción más Limpia, existen diversas oportunidades que permitirían disminuir el impacto ambiental de sus actividades y los costos de producción, elevando la productividad de la empresa.



Medio ambiente: Se puede apreciar que el proceso productivo de la empresa se realiza bajo condiciones ambientales controladas que incluyen la implementación de una fosa séptica, la empresa también presenta señalética y los trabajadores utilizan equipos de protección

personal, entre el equipo de protección se pueden citar: mascarillas, guantes, cofias, mandiles y botas de goma.

Sin embargo, existe presencia de algunos problemas ambientales que pueden ser un problema para la empresa como los residuos orgánicos que se generan en los procesos de elaboración.

Maquinaria: La empresa Tsatsayaku dispone de máquinas industriales casi nuevas, sin embargo, existen tecnologías más avanzadas que mejoran la productividad.

Tabla 6 - Maquinaria de la empresa Tsatsayaku

Maquinaria	Funcionamiento	Características	Fotografía
Tostador	Diseñado para el tostado de cualquier tipo de granos, obteniéndose un producto uniforme en su coloración sin presencia de granos quemados.	Empresa: Inmegar Modelo: SB Serie:150514 Voltaje: 110 V	
Enfriador	Diseñado para el enfriamiento de cualquier tipo de granos, después del tostado.	Empresa: Inmegar Serie:160514 Voltaje:110 V	
Pelador	Diseñada para lograr mediante un proceso de fricción romper los granos obteniendo Nibs; la separación de la cáscara se realiza	Empresa: Inmegar Serie:180514 Voltaje:110 V	

mediante ventilación forzada.

Molino
Diseñado para la obtención de pasta de granos con características similares.
El material empleado en su construcción es acero inoxidable 304.

Empresa:
Inmegar
Modelo: MM5
Serie: 190514
Voltaje: 220 V



Temperado
Diseñado para el proceso de temperado de la pasta de granos con características similares.
El material empleado en su construcción es acero inoxidable 304.

Empresa:
Inmegar
Serie: 200514
Voltaje: 220 V



Refinador
Máquina Refinadora conchadora para chocolate, sistema de esferas de acero al cromo, finura alcanzada en pruebas de 10 micras.
Con sistema de conchador, control de

Empresa:
Inmegar
Serie: 210514
Voltaje: 220 V



temperatura y de
velocidades.

Fuente: Casanova, 2018

4.1.4 PROCESO DE LA ELABORACIÓN DEL CHOCOLATE

En la Asociación Tsatsayaku la elaboración del chocolate empieza por la adquisición de las almendras en baba de cacao frescos, para ello los granos pasan por un proceso de post cosecha y transformación al chocolate.

4.1.4.1 FERMENTACIÓN

En este proceso se elimina el mucilago que recubre las pepas de cacao y la muerte del embrión que se encuentra dentro de estas. Es fundamental para el desarrollo del sabor y aroma del chocolate. Para la fermentación la empresa utiliza el método tipo escalera, consiste en colocar los granos frescos en cajones de tres niveles en un periodo de cinco días, en los primeros dos días los granos son ubicados en el nivel uno, pasado este tiempo son colocados en el nivel dos y el último día en el nivel tres, esto facilita la evacuación de los líquidos producidos en el proceso, y tapados de tal manera que se cree un ambiente semicerrado.

Este proceso consiste en dos etapas:

Etapas de hidrólisis o fase alcohólica

Donde las levaduras ayudan a transformar los azúcares del mucilago en alcohol, el cual con la ayuda del oxígeno se oxida y transforma a su vez en ácido acético, el cual, entre otras funciones, mata al embrión contenido en la almendra. Esta etapa se realiza a temperaturas de 40°C y con pH de 4.0 y 5.0

Etapas de Oxidación

Se inicia a la par de la mayor penetración del oxígeno en las almendras. Paralelamente el nivel de humedad disminuye progresivamente, hasta que se detiene la actividad enzimática por la falta de agua. Esto ocurre durante la fase de secado propiamente dicha (Cortés, 2016).

4.1.4.2 SECADO

El cacao crudo todavía contiene un 60% de humedad, Para ello se extienden los granos en las marquesinas pasa de 5 a 8 días dependiendo de las condiciones climáticas, el proceso debe hacerse despacio, debe reducirse al 7% de humedad (Sevilla, 2007).

4.1.4.3 CLASIFICACIÓN Y ALMACENADO

Consiste en limpiar el cacao de cuerpos extraños, separando los granos más pequeños y lograr un producto homogéneo de tamaño. Esto se realiza a mano, los granos selectos son almacenados en el cuarto de almacenamiento (Sevilla, 2007).

Según (Cortés, 2016) las condiciones de almacenaje de las pepas de cacao deben ser bastante rigurosas. La humedad de las almendras debe mantenerse en 7%, la humedad relativa del aire debe ser menor al 70% y las pilas de sacos deben estar separadas entre sí por pasillos de 1 m de ancho.

4.1.4.4 TOSTADO

Tiene como objeto la eliminación del contenido de humedad a partir del calentamiento de las almendras de cacao a 95°C, por medio de conjunto de reacciones químicas, dando origen al sabor y aroma inicial del chocolate. Sin embargo, el buen sabor y aroma depende mucho de la variedad de cacao que proporcionó las almendras y de la manera como se realizó el proceso de fermentación y secado (Liendo, 2005).

4.1.4.5 ENFRIADO

Las almendras de cacao son ubicadas en el enfriador a temperatura ambiente con el fin de reducir la temperatura a la que salen del anterior proceso.

4.1.4.6 DESCASCARILLADO

En este proceso se elimina la cáscara, la cual constituye la cubierta exterior de la semilla del cacao para su transformación en pasta de cacao. Existen dos variantes importantes de este proceso. (Liendo, 2005).

4.1.4.7 MOLIENDA

El cacao tostado y limpio se muele mediante molino industrial, convirtiendo los trozos de cacao en finas partículas llamando a este licor de cacao y es aquí donde pierde parte de la acidez y durante este proceso se agrega otros ingredientes para la creación de semi amargo y Chocolate con leche (Liendo, 2005).

4.1.4.8 TEMPERADO

El proceso de templado asegura una buena cristalización (es decir, el paso del estado líquido al sólido) de la manteca de cacao contenida en el chocolate (Beckeffer, 2009).

4.1.4.9 REFINADO Y MOLDEADO

Proceso que genera la refinación total de las partículas del cacao pulverizándolo, con una dimensión de 17 micras. El moldeado es el proceso en donde la pasta de chocolate es puesta en moldes para obtener la forma deseada del chocolate final, da un brillo evidente en el producto acabado (Beckeffer, 2009), en la planta de producción Tsatsayaku fabrican diversas presentaciones del chocolate como la barra de chocolate 100% cacao de 450g, la barra de chocolate 100% cacao de 250g. y la barra de chocolate 60% cacao de 450g. Barra de chocolate 60% cacao de 250g.

4.1.4.10 EMPAQUETADO

El chocolate dentro de los moldes es ubicado en un cuarto frío a una temperatura de 14°C, una vez solidos son enfundados y empaquetados para su venta.

4.1.5 PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE GUAYUSA DESHIDRATADA

4.1.5.1 ADQUISICIÓN DE MATERIA PRIMA

Una vez que las hojas de guayusa son suministradas por parte de los productores, son seleccionadas manualmente para evitar ingreso de hoja dañadas y de cuerpos extraños al siguiente proceso.

4.1.5.2 SECADO

Las hojas de guayusa son ubicadas en las marquesitas a temperatura ambiente para la eliminación de gran parte del agua en las hojas, hasta un nivel de contenido de humedad aceptable para ser almacenados por largos períodos sin pérdidas significativas y sin reducir el valor comercial del producto. Las hojas tienen una cantidad de agua entre el 60 al 90%, al ser secadas, se disminuyen los fenómenos enzimáticos que deterioran los principios activos y propiedades organolépticas, para los cuales requieren del agua; los cuales cesan prácticamente cuando el contenido es inferior al 10% (Camacho & Martinez, 2015).

4.1.5.3 MOLIENDA

La hoja de guayusa deshidratada es molida una vez cambiada la malla de molienda.

4.1.5.4 EMPAQUETADO

Una vez triturada las hojas secas de guayusa son empaquetadas y almacenadas en cajas de cartón etiquetadas con el logo de la Asociación en la presentación de 300g.

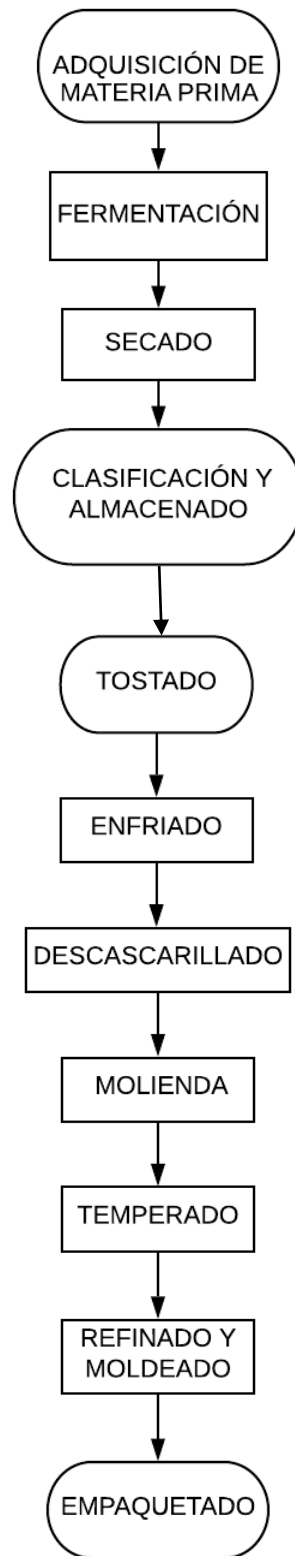


Gráfico 4 Diagrama de flujo de la elaboración del chocolate

Fuente: Feijoo,2019

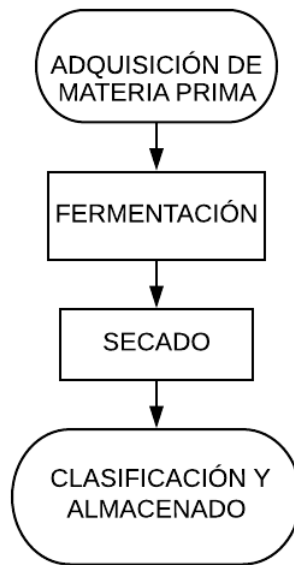


Gráfico 5 Diagrama de flujo de la elaboración de la guayusa deshidratada

Fuente: Feijoo,2019

Durante la evaluación inicial de la empresa se pudo identificar los siguientes problemas, mismos que posteriormente se convierten en opciones de mejora para la Asociación.

Tabla 7 Problemas encontrados en la evaluación inicial de la empresa

Nº	Observación	Ubicación de la observación	Causa
1	El mucilago se derrama fuera del lugar de almacenamiento.	Área de fermentación	El mucilago es almacenado en un pozo sin cubierta.
2	Después del proceso de fermentación los cajones de madera son limpiados a chorros de agua mezclándose con el mucilago almacenado.	Limpieza de área de fermentación	Falta de canales para evacuación del agua utilizada.

3	Los granos no selectos son desechados.	Clasificado	Es parte del proceso
4	Generación de residuos sólidos de cascarilla, de cacao y de polvo.	Descascarillado	Se volatizan por el ventilador de la maquinaria.
5	Existe material particulado	Molido	Es parte del proceso
6	Agua a una temperatura de 45°C	Refinador	Es parte del proceso
7	Residuos sólidos como fundas dañadas o cajas de cartones.	Empaquetado	Es parte del proceso
8	Residuos sólidos como vasos plásticos o fundas del producto	Cafetería	Falta de costumbre de los consumidores y la presencia de un solo lugar para su depósito.
9	Las hojas de guayusa no selectas son desechadas	Selección	Es parte del proceso

Fuente: Feijoo, 2019

Fosa Séptica

En la Asociación Tsatsayaku ha implementado el sistema de fosa séptica como un tratamiento primario para los efluentes generados en la misma.

Las Fosas Sépticas son consideradas como unidades de tratamiento primario, en la cual se combinan operaciones físicas y procesos biológicos por un determinado tiempo, permitiendo la sedimentación de sólidos y la retención de las grasas transformándolos en compuestos estables.

En general están compuestas de:

- Unidad de Decantación o Sedimentación y Flotación
- Unidad de Digestión

Como funciones principales la fosa séptica permite la remoción de la mayor cantidad de sólidos que integran el agua residual y descomponer estos sólidos en la fosa, también retiene también aquellos sólidos que no se descomponen (Giosa, 2011).

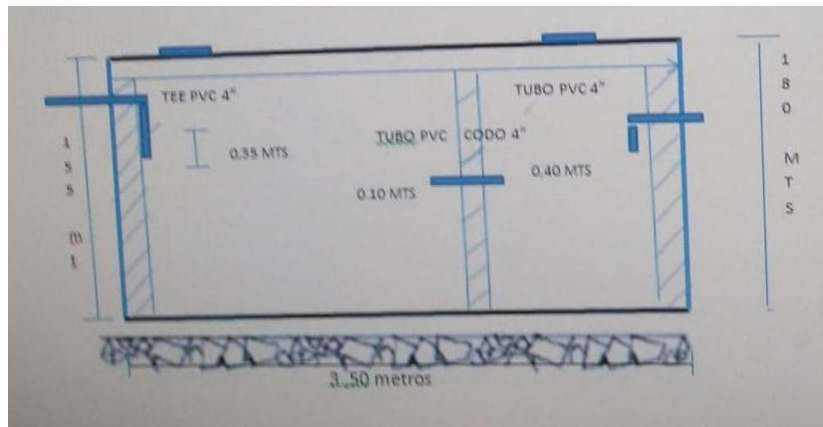
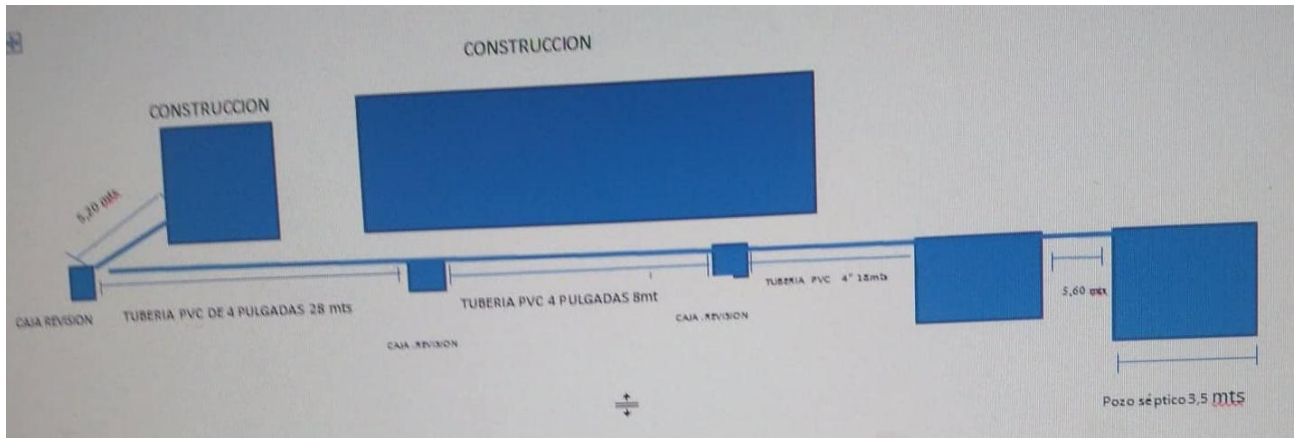


Gráfico 6 Diseño de la fosa séptica

Fuente: Asociación Tsatsayaku, 2018

4.2 BALANCE DE MATERIA Y ANÁLISIS DE PROCESO

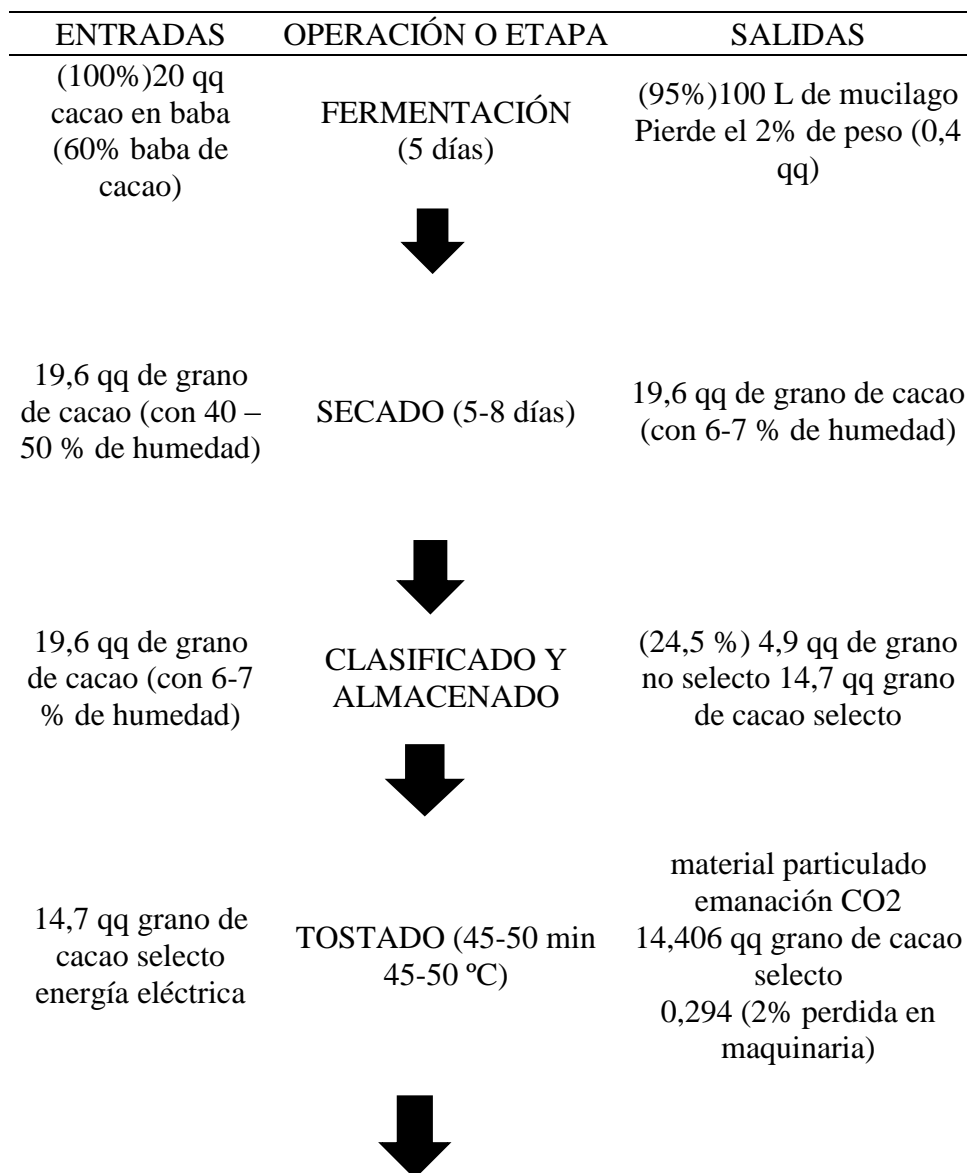
Tabla 8 Cuantificación de las entradas y salidas de la elaboración de chocolate

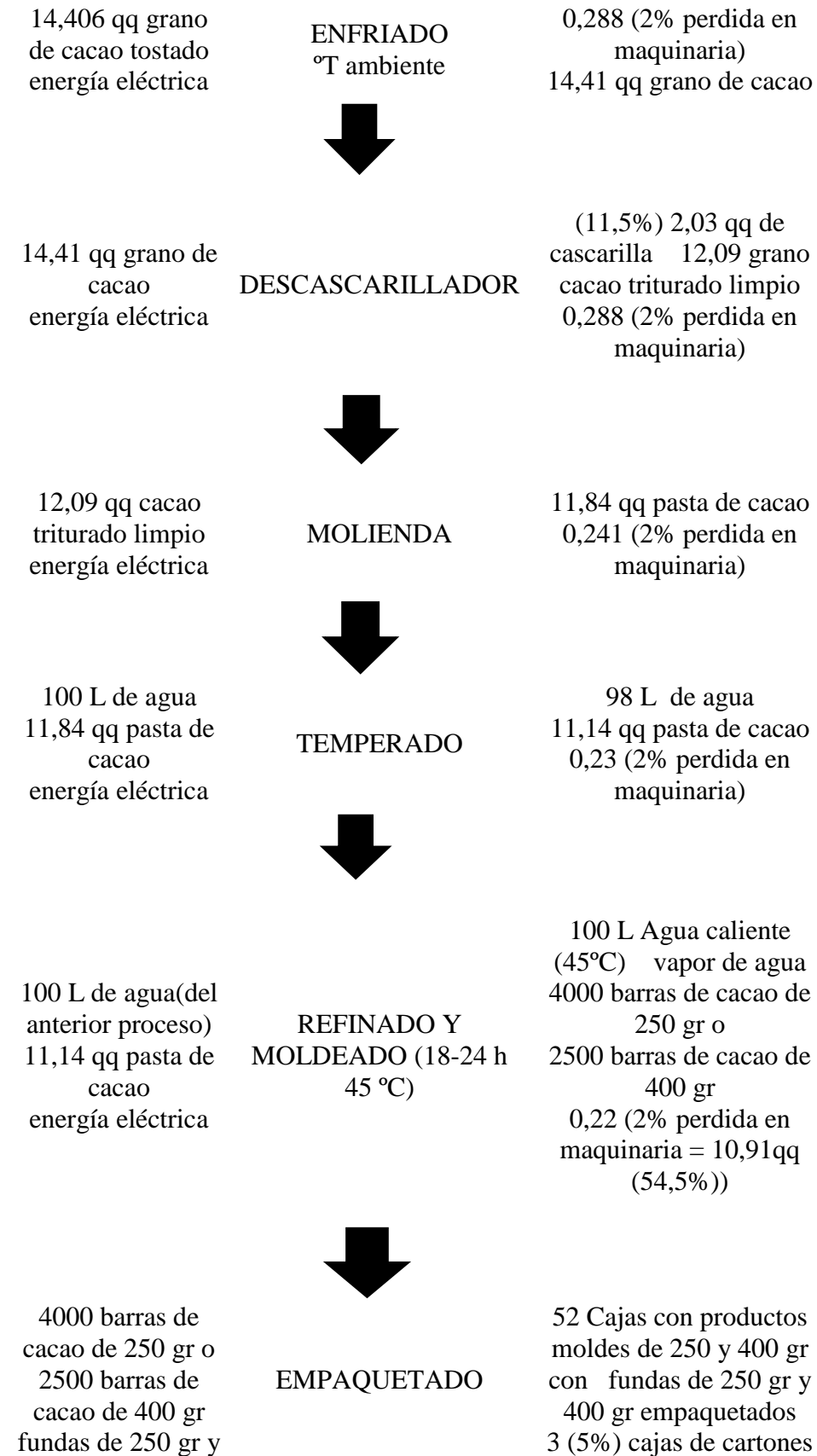
ENTRADAS		SALIDAS	
MATERIA	CANTIDAD	MATERIA	CANTIDAD
Cacao en baba	20 qq	Mucilago	100 L
Agua	100 L	Grano no selecto	4,9 qq

	4000 unidades de 250 gr o 2500 unidades de 400		
Fundas de empaquetado	gr	Cascarilla	2,03 qq
Cajas de cartones	55 unidades	Agua	98 lt
		Cajas de cartón	
Cinta de embalaje	5 unidades	dañadas	3 unidades
Energía eléctrica	1248 kw/h	Masa no identificada	4,07 qq

Fuente: Feijoo, 2019

Tabla 9 - Diagrama de flujo con datos numéricos de la elaboración de chocolate





400 gr
55 cajas de
cartones
5 cinta de
embalaje

dañadas
de embalaje
cinta

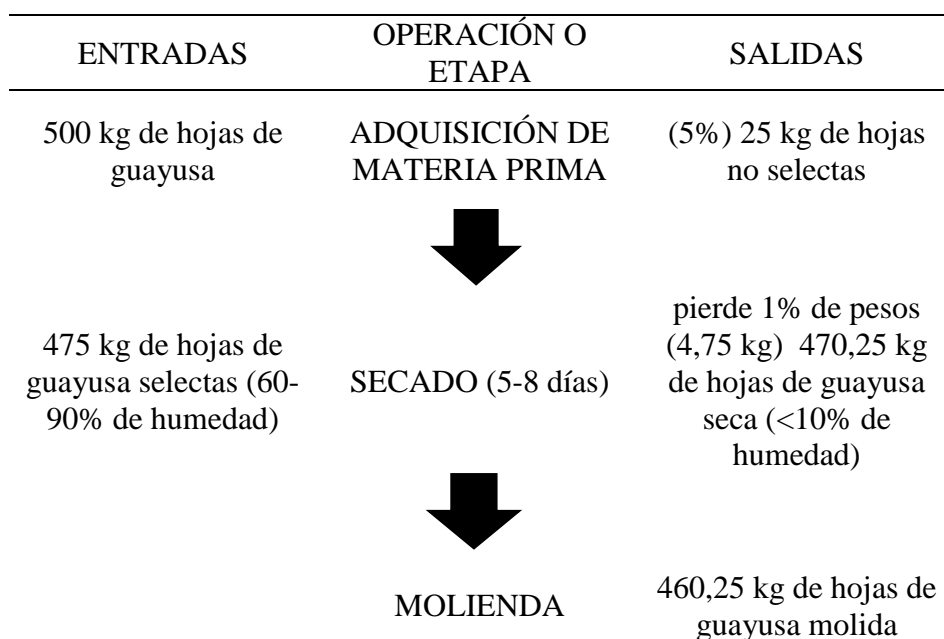
Fuente: Feijoo, 2019

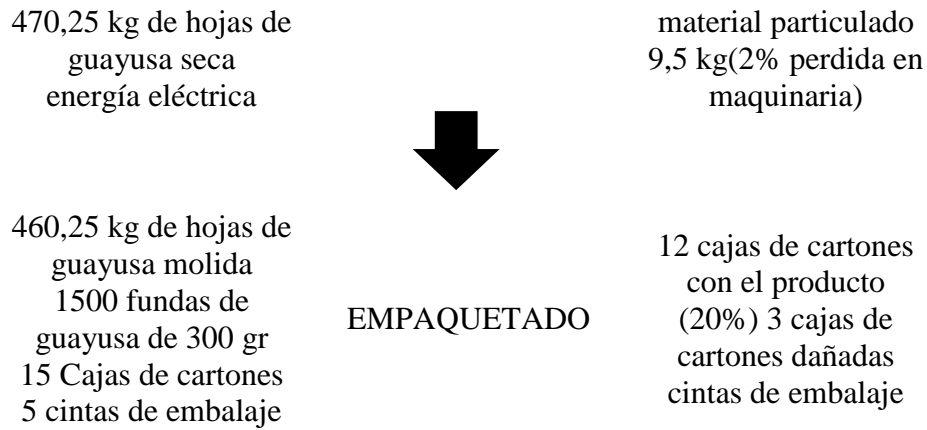
Tabla 10 Cuantificación de las entradas y salidas de la elaboración de la guayusa deshidratada

ENTRADAS		SALIDAS	
MATERIA	CANTIDAD	MATERIA	CANTIDAD
Hojas de guayusa	500 kg	Hoja de guayusa no selectas	25 kg
Fundas de empaquetado	300 gr	Cajas de carton dañadas	3 unidades
Cajas de cartones	15 unidades	Masa no identificada	58 kg
Cinta de embalaje	5 unidades		
Energía eléctrica	1248 kw/h		

Fuente: Feijoo, 2019

Tabla 11 - Diagrama de flujo con datos numéricos de la elaboración de la guayusa deshidratada





Fuente: Feijoo, 2019

Balance de masa de la producción de chocolate

$$Mi1 + Mi2 + \dots Min = Mp + Mr + Mn \quad [1]$$

$$100 + 100 + 100 + 100 = 54,5 + 98 + 5 + 10 + 24,5 + 11,5 + 20,35 + 95$$

$$400 = 318,85$$

Balance de masa de la producción de la guayusa deshidratada

$$Mi1 + Mi2 + \dots Min = Mp + Mr + Mn \quad [2]$$

$$100 + 100 = 92,05 + 20 + 5 + 11,70$$

$$200 = 128,75$$

Para los dos cálculos se realizó con porcentajes y se determinó 10% como masa no identificada, para el proceso de chocolate es 20,35% y para el proceso de guayusa deshidratada es 11,70%. Dentro de la chocolatera Tsatsayaku se ha identificado los siguientes problemas en generación de residuos sólidos (cascarilla), la acumulación de mucilago, la demanda de energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de la maquinaria y los residuos líquidos.

Tabla 12 - Generación de residuos solidos

Residuos	Lugar de origen	Cantidad	Característica
Granos selectos	no Almacenado Clasificación (Pos cosecha)	y 4,9 qq/mes (Pos granos selecto)	Residuo no peligroso

Cascarilla	Descascarillado (elaboración de chocolate)	2,03 qq/mes de cascarilla	Residuo peligroso	no
Desechos comunes	Cafetería Empaquetado Recepción	0,5 qq desechos comunes	Residuo peligroso	no

Fuente: Feijoo, 2019

Generación de Efluentes

Tabla 13 - Generación de efluentes

Vertido	Proceso	Cantidad	Tratamiento
Mucilago	Fermentación	100 L/mes	No lo tiene
Agua de la planta y otras actividades	Actividades varias	250 L/mes	Fosa séptica

Fuente: Feijoo, 2019

Caudal de efluentes

La asociación Tsatsayaku presenta un caudal promedio de 20 ml/s al día.

Consumo energético

La asociación Tsatsayaku varía el consumo de energía eléctrica, ya que dentro de los primeros seis meses del año son periodo de producción.

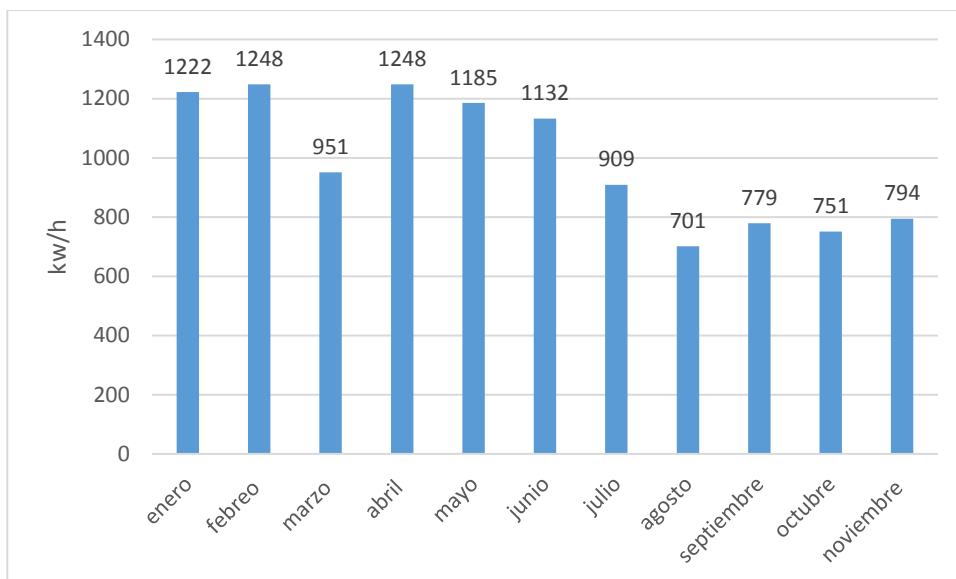


Gráfico 7 Consumo energético

Fuente: Feijoo, 2019

4.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS AGUA RESIDUALES

Tabla 14 - Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de las aguas residuales

PARÁMETRO	TOM A 1	TOM A 2	TOM A 3	TOM A 4	TOM A 5	UNIDA D	PROMEDI O	LM P
pH	6,18	6,2	6,27	6,15	6,21		6,202	-
CONDUCTIVIDA								
D	96,85	101,01	123,1	125,6	111	s/cm	111,512	-
TURBIEDAD	29,2	8,36	8,61	24	8,47	NTU	15,728	-
								160
SST	30	9	12	44	14	mg/l	21,8	0
DQO	80	8	14	31	12	mg/l	29	250
DBO	25,24	2,2	1,16	10,67	3,71	mg/l	8,596	100
FOSFORO	3,1	2,3	1,9	2,7	9,1	mg/l	3,82	10
TEMPERATURA	23	24	22	23	24	°C	23,2	<35

Leyenda:

LMP: Límite máximo permisible, para estos rangos se tomó de la TABLA 12. Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce del Anexo 1 del Libro VI del Tulsma (Ministerio del Ambiente, 2015).

Fuente: Feijoo, 2019

En la tabla 14 se observa los valores obtenidos en el estudio, SST con un valor de 21,8 mg/L, DQO con un valor de 29 mg/L, DBO con un valor de 8,596 mg/L, Fosforo con un valor de 3,82 mg/L, Temperatura con un valor de 23,2 °C, en comparación con la TABLA 12. Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce que se menciona dentro del Anexo 1 del Libro VI del Tulsma se encuentran dentro los límites permisibles. Según (Borges, y otros, 2013) menciona que una fosa séptica presenta unas eficiencias de remoción de 86% de DQO y 89% de DBO₅, por lo cual en los resultados de los análisis tanto la DQO con 29 mg/L como la DBO con 8,596 mg/L presentan valores bajo los límites permisibles ya que la empresa ha implementado un fosa séptica para el tratamiento de las aguas residuales.

4.3 DEFINICIÓN DE OPCIONES DE MEJORA

Tabla 15 - Establecimiento de prioridades para los problemas identificados

Problema	Opción De Mejora	Beneficio Ambiental	Beneficio Económico	Complejidad De La Tecnología	Factibilidad De Implementación	Ponderación
		Aspecto Ambiental	Aspecto Financiero	Aspecto Tecnológico	Aspecto Tecnológico	
Generación de mucilago durante el proceso de fermentación	Aprovechar el mucilago previo a la fermentación para poder disminuir la cantidad de generación.	4	3	3	2	12

Mal almacenamiento del mucilago	Mejorar las condiciones de almacenamiento de mucilago	2	2	1	3	8
Generación de residuos sólidos tanto de los procesos como de las demás actividades de la Asociación	Tratamiento de los residuos solidos	4	3	3	2	12
Existe material particulado durante el proceso de molienda.	Mejorar las condiciones de trabajo para los empleados	1	3	2	2	8
Agua a una temperatura de 45°C	Reutilizar el agua para otros procesos o actividades	3	3	1	1	8

Desperdicio de agua en el proceso de lavado de las cajas de madera para la fermentación	Mejorar el proceso de lavado para evitar el desperdicio del agua	4	3	1	1	9
---	--	---	---	---	---	---

Fuente: Feijoo,2019

Donde

Potencial ecológico:

1= ahorros bajos en materiales y/o baja reducción de residuos/emisiones.

5= alto potencial de ahorro en materiales y/o reducción de grandes cantidades de residuos/emisiones.

Beneficio económico:

1= bajo potencial de ahorro.

5= alto potencial de ahorro.

Aspecto Tecnológico:

Nivel técnico de intervención

1= no hay cambios.

5= cambios en el proceso/equipo.

Costo de implementación:

1 = No hay costo.

5 = Alto costo.

Por medio de una matriz de doble entrada se calificó los problemas encontrados en la Asociación, asignando una valoración del 1 al 5 en los parámetros económico, ambiental, a nivel de producto y social, permitiendo una ponderación final de los problemas, como se puede observar en la tabla 15.

4.4 ASIGNACIÓN DE PRIORIDAD DE LAS OPCIONES DE MEJORA

Tabla 16 - Priorización de las opciones de mejora

PROBLEMA	OPCIÓN DE MEJORA	PONDERACIÓN	PRIORIDAD
Generación de mucilago durante el proceso de fermentación	Aprovechar el mucilago previo a la fermentación para poder disminuir la cantidad de generación.	12	1
Generación de residuos sólidos tanto de los procesos de las demás actividades de la Asociación	Tratamiento de los residuos solidos	12	2
Desperdicio de agua en el proceso de lavado de las cajas de madera para la fermentación	Mejorar el proceso de lavado para evitar el desperdicio del agua	9	3

Mal almacenamiento del mucilago	Mejorar las condiciones de almacenamiento de mucilago	8	4
Existe material particulado durante el proceso de molienda.	Mejorar las condiciones de trabajo para los empleados	8	5
Agua a una temperatura de 45°C	Reutilizar el agua para otros procesos o actividades	8	6

Fuente: Feijoo,2019

En la tabla 16 se determinó la prioridad de las opciones de mejora encontradas en la Asociación Tsatsayaku obteniendo como principal la generación del mucilago y de los residuos sólidos en general.

4.5 DEFINICIÓN DE PLANES DE IMPLEMENTACIÓN

Como se puede observar en la Tabla 16 las opciones de mejora con mayor prioridad son relacionadas a la generación del mucilago y a los residuos sólidos por lo cual en este estudio se planteará un plan de mejora para el manejo de los residuos obtenidos en la Asociación Tsatsayaku, para ello realizo un análisis del mucilago con el fin de proponer una alternativa al problema.

4.5.1 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL MUCILAGO

Tabla 17 - Resultados obtenidos del análisis bromatológico del mucilago

ANALISIS	MUESTRA A	MUESTRA B
Proteína	0,35%	0,15%
Azúcares totales	12 °Bx	0 °Bx
pH	2,85%	7,29%

Ácido acético	2,10%	0,04%
Ácido cítrico	2,26%	0,03%
Ceniza o minerales	0,28%	0,16%
Humedad	88%	98%

Fuente: Feijoo, 2019

En la tabla 17 se observa la variación de resultados de cada análisis, siendo la muestra A durante los primeros días de la fermentación y la muestra B después de dos meses. En el análisis realizado se encontró que el % de humedad aumenta de la muestra A en relación de la muestra B, esto se debe a que, la muestra B se conservaba en un reservorio de cemento sin cubierta produciendo esto la mezcla del mucilago con el agua de lluvia o el agua que se usó para la limpieza de los cajones de madera para la fermentación, también en un estudio realizado por (Choez, 2018) menciona que el % de humedad varía de 82% a 87%, en el mismo estudio también menciona que las semillas de cacao están rodeadas por una pulpa aromática la cual procede de sus tegumentos. La pulpa mucilaginososa está compuesta por células esponjosas parenquimatosas, que contienen células de savia ricas en azúcares (10-13%), pentosas (2-3%), ácido cítrico (1- 2%), y sales (8-10%). Durante el proceso de cosecha de las semillas de cacao, la pulpa es removida por fermentación e hidrolizada por microorganismos. En el estudio realizado el % de ácido cítrico que varía 2,26 muestra A y 0,03 muestra B coincide con lo mencionado anteriormente.

En un estudio realizado al mucílago de cacao de la variedad CCN-51 por (Arteaga, 2013) menciona que un % de cenizas de 2.91 del residuo que resulta de la calcinación de la muestra, generalmente está compuesto de minerales, en comparación con el valor encontrado en este estudio que varía de 0,28 muestra A y 0,16% muestra B de cenizas, esto se debe a que la muestra presentaba un gran porcentaje de agua.

4.3 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LOS RESIDUOS

Por medio del estudio se identificó como puntos críticos de generación de residuos en los procesos de fermentación el mucilago, en el proceso de descascarillado la cascarilla y en el proceso de selección los granos no selectos.

4.3.1 EVALUACIÓN DE CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS

Se determinó la cantidad del mucilago, de los granos no selectos, de la cascarilla, como se puede observar en la tabla 8.

Los residuos con mayor generación son el mucilago 100L/mes, la cascarilla 2,03 qq/mes y los granos no selectos con 4,9 qq/mes, por lo tanto, representan una pérdida de la empresa, los mismo que pueden ser usados como una nueva fuente de ingreso económicos a través de nuevos productos.

4.4 CARACTERIZACIÓN DEL MUCILAGO

El mucilago es la parte pulposa que rodea a las semillas de cacao, presenta 10 a 15% de azúcar, 1% de pectina y 1,5% de ácido cítrico, este sirve para la producción de alcohol y ácido acético en el proceso de fermentación, pero, entre el 5 a 7% drena como exudado, normalmente 70 litros por toneladas de mucilago llegan a desperdiciarse. Hoy en día existe usos industriales adicionales para el mucílago de cacao, una de estas es la elaboración de jalea, podría ayudar a incrementar los ingresos de los cultivadores de cacao (Vallejo, y otros, 2016).

4.4.1 PROPUESTAS DE USO

(Vallejo, y otros, 2016) menciona en su estudio que para la elaboración de jalea del mucilago, se tomó el mismo durante las ocho primeras horas de la fermentación, para evitar la aceleración de la misma, por medio de un análisis se determinó humedad, °brix y acidez, los cuales son similares con los datos reportados en este estudio, quienes reportan que la pulpa de cacao contiene entre 79,20-84.20% de humedad, 12,50-15,90 de azúcares, y 0,77–1.52% de acidez; pero difiere con los valores de proteínas en el cual reporta un 0,09–0,11%, como se puede observar en la tabla 16, en base a esto se puede utilizar el mucilago preferente en los primeros días de la etapa de fermentación para la elaboración de jalea, en este caso sería la muestra A.

Elaboración de la jalea de cacao: para la elaboración de la jalea de mucílago de cacao se necesita azúcar de calidad comercial más pectina de alto metoxilo, el mucilago se debe clarificar para evitar cualquier partícula extraña, llevando a cocción adicionando el azúcar más pectina (espesante), luego se añade el ácido cítrico para regular el pH, y benzoato de sodio para garantizar su conservación, se concentró hasta 65°brix, los productos obtenidos

serán envasados herméticamente a una temperatura mayor a 75°C, por último son enfriados y almacenados en un lugar limpio, seco y fresco.

Maquinaria requerida: Máquina para envasar al vacío

4.5 CARACTERIZACIÓN DE LA CASCARILLA

Para el proceso de elaboración de chocolate uno de los residuos con mayor volumen de generación es la cascarilla del cacao, la cascarilla es considerada la materia prima que rodea el grano de cacao, es el sub producto del proceso de descascarillado, la cual representa alrededor del 12% del peso de la semilla, la cascarilla es seca, crujiente y de color marrón, presenta antioxidantes naturales y vitamina A y C los cuales son capaces de inactivar los radicales libres del proceso de oxidación del organismo previniendo la aparición de enfermedades cardiovasculares. En el mercado ya existe oferta de productos derivados de la cascarilla (Valbuena & Serrano, 2018).

Según (Tapia, 2015) los valores característicos de la composición de la cascarilla son los siguientes:

Tabla 18 Composición de la cascarilla

Composición	Valores (%)
Humedad	5,4-15,3
Proteína cruda	6,3-10,4
Fibra cruda	23,4-36,2
Componentes del extracto etéreo	0,5-2,4
Extracto libre de nitrógeno	31,8-61,4
Cenizas	6,0-10,8

Fuente: Tapia, 2015

4.5.1 PROPUESTAS DE USO

La cascarilla de cacao posee dentro de su composición química: fibra, proteínas, carbohidratos, grasas, minerales, etc. Por lo que es aprovechada para la elaboración de pectinas, bebidas fermentadas o no fermentadas, néctares, productos destinados para el mejoramiento de la salud humana (Alvarez & Quilumba, 2018).

Elaboración de la infusión de cascarilla de cacao con naranja: el proceso de elaboración de la infusión de cascarilla de cacao inicia con la cascarilla desechada del proceso de elaboración de

las pastillas de chocolate en la estación de descascarillado, al obtener la cascarilla se le realiza el procedimiento de tamizado en el cual se emplea un colador industrial para la separación de dos sólidos (cascarilla y cacao) seguidamente se procede a moler la cascarilla para luego así pesarla con 1,8 gr, paralelo a este proceso se procede a recolectar cascara de naranja y esta se muele y pesa 0,7 gr, luego se introduce la cascarilla de 1,8 gr y la cascara de naranja de 0,7 gr en la misma bolsita de té ya fabricada se procede a realizar el pesado de la mezcla total de 2,5 gr, se procede a sellar la bolsa y se empacan 10 bolsas de té por caja (Valbuena & Serrano, 2018).

Maquinaria requerida: un colador industrial, un molino eléctrico y una balanza

4.6 DESARROLLO DEL PLAN DE MEJORA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS OBTENIDOS EN LA ASOCIACIÓN TSATSAYAKU.

En base al estudio realizado se determinó un manejo inadecuado de los residuos, existe la mezcla de los residuos orgánicos con inorgánicos, los cuales pueden servir para la comercialización.

Para el adecuado tratamiento de estos residuos se debe proceder de la siguiente manera:

- Mejora en el almacenamiento del mucilago después del proceso de fermentación, para su posterior acopio.
- Evitar la mezcla del mucilago con agua u otra sustancia.
- Todos los residuos que se comercializaran como cascarilla, granos no selectos se deben colocar en sacos de polietileno de peso estándar (100 lbs.) y cocidos para evitar derrames del mismo.
- Nunca mezclar los residuos orgánicos (cascarilla de cacao y granos no selectos) con plásticos, papel, cartón, y con cualquier otro producto diferente de cascarilla.
- Se destinará un espacio en el área de bodega para el almacenamiento de los productos, para evitar su deterioro hasta que sea comercializado.
- El almacenamiento se lo realizará sobre pallets y se cubrirá con una lona para evitar la volatilidad de polvo, en caso de la cascarilla y para el mucilago se guardará en refrigeración.

4.7 EVALUACIÓN DE RENTABILIDAD DEL PROGRAMA PROPUESTO

Tabla 19 Costo de inversión para las infusiones de cascarilla con naranja

ELEMENTO	TIPO DE UNIDAD	CANTIDAD	COSTO(\$)
Materia prima			
Cascarilla	qq/mes	2,03	450
Cascara de naranja			
	qq/mes	0,79	200
Maquinaria			
Colador industrial	pieza	1	31
Balanza	pieza	1	59
Material para empaquetado			
cajas con 10			
Cajas de te	bolsitas de té/mes	10000	2000
Otros			260
Total			3000\$

Fuente: Feijoo, 2015

El precio de comercialización en el mercado actual de la cascarilla de cacao es de \$10 la libra, este precio puede variar dependiendo de la demanda y oferta de la misma. La asociación Tsatsayaku produce 2.03 qq mensuales de cascarilla de cacao. Ver tabla 9. Esto produce un ingreso mensual de 4400\$, la rentabilidad del proyecto es 73% sobre los gastos totales que se determina alrededor de 6000\$, considerando que este valor es si la asociación decide vender la cascarilla simple, pero si se implementa las infusiones de cascarilla con naranja, se estima una inversión de 3000\$ ya sea para la nueva maquinaria y otros insumos, la venta por caja de 10 bolsitas sería a 5\$, con la cantidad de cascarilla de cacao se puede producir alrededor de 10000 cajas al mes, que representaría una ganancia significativa para la asociación.

Tabla 20 Costo de inversión para la jalea de mucilago

ELEMENTO	TIPO DE UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	
			POR UNIDAD	COSTO(\$)
Materia prima				
Mucilago	L/mes	100	1,5	150
Pectina	kilos/mes	7	28	196
Ácido cítrico	kilos/mes	4	4	16
Azúcar	qq/mes	20	40	800
Maquinaria				
Máquina de llenado y envasado				
	pieza	1	2500	2500
Material para empaquetado				
Frascos de vidrio de 8 onzas con etiquetado				
	pieza	200	1	200
Otros				1000
Total				4862\$

Fuente: Feijoo, 2015

En el caso de la elaboración de jalea en base del mucilago de cacao, representaría una inversión más significativa alrededor de 4900, ya que se necesita más insumos y nueva maquinaria, pero el mucilago representa un problema ya que se genera 100 L al mes, y según (Romero, 2014) de 1 L de mucilago se puede obtener 2 botes de 8 onzas de jalea de cacao, que en el mercado se encuentra alrededor de 5\$, obteniendo un ingreso de 1000\$, que representa el 16% del ingreso mensual de la empresa.

CAPITULO V.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La Asociación de productores de cacao de Carlos Julio Arosemena Tola “Tsatsayaku”, conformada por 16 trabajadores locales y 180 familias a nivel de campo, se enfocan en la elaboración de chocolate negro en diversas presentaciones, guayusa deshidratada, en los procesos para la elaboración de sus productos utiliza maquinaria de marca Inmegar. Se encontró diversos problemas durante el levantamiento de la información al igual presenta una fosa séptica como tratamiento para las aguas residuales, la cual funciona óptimamente, como se determinó en los análisis realizados en el estudio.
- Para la elaboración del chocolate se utiliza como principal materia prima el cacao de aroma fino, durante la época de producción utiliza 20 qq/mes y obteniendo 4000 barras de 250gr o 2500 barras de 400gr, al igual se genera 100 L de mucilago, 2.03qq de cascarilla y 4,9qq de grano no selecto. En la elaboración de la guayusa deshidratada se utiliza como entrada 500kg de hojas de guayusa y su principal salida 25kg de hojas no selectas. Durante la época de producción llega a consumir hasta 1248 kw/h.
- El residuo que más afecta a la empresa es la generación mucilago después del proceso de fermentación, pero por medio de un análisis bromatológico realizado en el estudio se determinó que es apto para la elaboración de un nuevo producto si se lo recolecta durante los primeros días del proceso, o se mejora el almacenamiento del mismo, como se propone anteriormente. La implementación de un nuevo producto a base del mucilago, representa para la Asociación una rentabilidad del 16% sobre los gastos, los cuales se empezarán a recuperar inmediatamente después de la implementación.

5.2 RECOMENDACIONES

- Rediseñar el almacenamiento del mucilago después del proceso de fermentación, para evitar la mezcla con las aguas lluvias o las aguas utilizadas en el proceso de lavado.
- Recolectar el mucilago durante los primeros días de fermentación en caso de aplicar propuesta de la elaboración de jaleas de mucilago.

CAPÍTULO VI.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD). (2015). *Manual de aplicabilidad de buenas prácticas agrícolas para cacao*. Quito: Intercalidad.CIA.LTDA.
- Alvarez, K., & Quilumba, F. (2018). *Aprovechamiento de la cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.) para la elaboración de polvo y sus usos culinarios*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil .
- Arteaga, Y. (2013). Estudio del desperdicio del mucilago de cacao en el cantón naranjal. *Revista ECA. Sinergia* , 49-59.
- Asociación de Productores de Cacao Fino de Aroma de Carlos Julio Arosemena Tola. (2018). *Tsatsayaku*. Carlos Julio Arosemena Tola: Tsatsayaku.
- Ayala, P. E. (2015). *Estudio de factibilidad del proyecto de producción más limpia aplicado a la empresa tecnistamp gasespol c.e.m. para optimizar materia prima*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Beckeff, S. (2009). *Industrial chocolate manufacture and use*. York: Blackwell Publishing.
- Borges, C., R., E., Ocampo, S., Méndez-Novelo, B., I., R., Bronca, P., Roberto, Q. F. (2013). Tratamiento de efluentes de fosas sépticas mediante el uso de un sistema de contactor biológico rotatorio. *Tecnología y ciencias del agua*, 126-134.
- Camacho, C., & Martinez, D. (2015). *Determinación de Parámetros Físico-Químicos en la Deshidratación de las Hojas de llex guayusa para la formulación de una Bebida Energética*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Casanova, Á. F. (2018). *Diseño y contrucción de maquinas agroindustriales*. Manabí: INMEGAR.
- Castro, V. C. (2014). *El tratamiento de desechos sólidos de derivados del cacao y la productividad en la planta de chocolates más choco*. Ambato: Universidad Técnica De Ambato.

- Chiriboga, P. (2009). *Industrialización de fundas de hojas de guayusa tipo tisana para infusión enfocado para elevar la calidad de vida de los diabéticos residentes en la ciudad de Quito*. Quito: Universidad de las Americas.
- Choez, T. (2018). *Vino de cacao: una propuesta novedosa para la utilización de los desechos de cacao*. Manabi: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Cooperación Financiera Nacional. (2018). *Ficha Sectorial: Cacao y Chocolate*. Quito.
- Cortés, E. (2016). *Elaboracion del chocolate*. Riobamba: ESPOL.
- Crespo, P. (2013). *La guayusa, trayectoria y sentido* . Lima: Practical Action .
- Deiana, A., Granados, D., & Sardella, M. (2018). *Balance de masa*. Argentina: Universidad Nacional de San Juan .
- ESPAE Graduate School of Management. (2016). *Estudios Industriales Orientación Estratégica para la toma de decisiones Industria del Cacao*. Escuela Superior Politécnica de Litoral.
- Espinoza, G. J. (2013). *El aprovechamiento de la Guayusa (Ilex guayusa)* . Macas: Fundación Chankuap.
- Fonseca, H. F. (2017). La producción más limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible. *Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 47-59.
- Giosa, P. (2011). *Cámaras Sépticas* . Uruguay: FADU.
- Irene, V. R. (2016). Definición de producción más limpia. *Tecnología en Marcha*, 3-12.
- Jaime Vera Chang, C. V. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2):21-34.
- León, J. P. (2017). *Modelo de Producción Más Limpia para mejorar el desempeño ambiental y productivo de la empresa Termovent*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Liendo, R. J. (2005). Procesamiento del cacao para la fabricación de chocolate y sus subproductos. *Tecnología Postcosecha*, 2-4.

- Ministerio del Ambiente. (2015). *(TULSMA) Texto unificado de legislación secundaria medio ambiente libro VI*. Quito .
- Molina, s. N. (2018). *Estudio y aprovechamiento de los residuos del cacao de la compañía Nestlé como estrategia comercial*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- ONUDI. (2001). *Introducción a la producción más limpia*. ONUDI.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2007). *Manual de Producción Más Limpia para el sector industrial Citrícola*. Cuba.
- Oyola, E. (2007). *Aplicación de la metodología de producción más limpia*. Cordoba: CNPMLTA.
- Romero, R. (2014). *Delicias de cacao*. San José: RUTA.
- Ruiz, B. (2011). *Plan de implementación de producción más limpia en la empresa muepramodul* . Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Sevilla, J. M. (2007). La elaboración del chocolate, una técnica dulce y ecológica. *Técnica Industrial* , 47-51.
- Tapia, C. (2015). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de cacao (theobroma cacao l.) variedad arriba y ccn51 para la elaboración de una infusión*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato .
- Unidad de desarrollo agrícola, división de desarrollo productivo y Empresarial. (2015). *Diagnóstico de la Cadena Productiva del Cacao en el Ecuador*. Obtenido de <https://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/Resumen-Cadena-de-Cacao-rev.pdf>
- Valbuena, D., & Serrano, C. (2018). *Aprovechamiento de la cascarilla de cacao para la generación de un producto derivado en la asociación de productores orgánicos del municipio de Dibulla*. Bogotá: Universidad de la Salle.
- Vallejo, C., Ocampo, R., Morales, W., Soria, R., Vera, J., & Cedeño, C. (2016). Utilización del mucílago de cacao, tipo nacional y trinitario, en la obtención de jalea. *EspamCiencia*, 51-58.

ANEXOS

Anexo 1 Asociación Tsatsayaku



Anexo 2 Almacenamiento del mucilago



Anexo 3 Muestra de aguas residuales



Anexo 4 Muestra de mucilago



Anexo 5 Análisis bromatológico



Anexo 6 Análisis físico químico del agua

