



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO

“Sistema de decantación y dosificación para bebida fermentadas a base de plátano *Musa* AAB”

AUTOR:

ARBOLEDA FIGUEROA JOHAO ALEXANDRE

TUTOR:

ING. ELIZABETH TACURI TROYA, MG

EL Carmen - septiembre 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR(A)	
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería Agropecuaria, extensión del Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

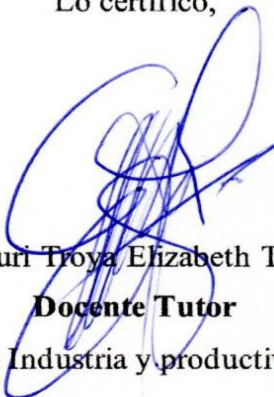
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el trabajo de investigación, bajo la autoría del estudiante **Arboleda Figueroa Johao Alexandre** legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Sistema de decantación y dosificación para bebidas fermentadas a base de plátano Musa AAB”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, Y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 12 de agosto de 2025.

Lo certifico,



Ing. Tacuri Troya Elizabeth Telli, Mg

Docente Tutor

Área: Industria y productividad

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

Sistema de decantación y dosificación para bebida fermentadas a base de plátano *Musa*
AAB

AUTOR: Johao Alexandre Arboleda

TUTOR: Ing. Elizabeth Tacuri Troya, Mg

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO: Ing. De la Cruz Chicaiza Marco Vinicio, Mg

MIEMBRO: Dr. López Mejía Francel Xavier, PhD

MIEMBRO: Ing. Cobeña Loor Nexar, Mg

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Johao Alexandre Arboleda Figueroa con cedula de ciudadanía 172267385-0, estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy autor de la tesis titulada **"Sistema de decantación y dosificación para bebida fermentadas a basa de plátano *Musa* AAB"** esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total e su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos Y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados

Atentamente,



Johao Alexandre Arboleda Figueroa

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, por su amor, apoyo y enseñanzas que ha guiado cada paso de mi vida. A mi familia, por estar siempre presente, brindándome ánimo y confianza en los momentos más difíciles. A mis amigos, por su compañía, comprensión y por hacer más ligero este camino. A mis profesores, por compartir su conocimiento y motivarme a dar siempre lo mejor de mí. Y, sobre todo, a Dios, por darme la fuerza y la claridad necesarias para alcanzar esta meta. Este logro es fruto del esfuerzo, pero también del amor que me rodea.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi madre, cuyo compromiso, constancia y apoyo incondicional han sido pilares fundamentales a lo largo de mi formación profesional. Su ejemplo de esfuerzo y perseverancia ha sido una fuente constante de inspiración. Extiendo también mi gratitud a Gema, Jordan, Jandry, Bryan y a todos mis amigos cercanos, por su compañía y aliento en este camino. De manera especial, agradezco a mi estimada tutora, la Ing. Elizabeth Tacuri, por su guía, respaldo y valiosa presencia en cada etapa de este proceso académico. Asimismo, reconozco a todas las personas e instituciones que, de una u otra forma, han contribuido con sus conocimientos, orientación y motivación a la culminación de esta tesis. A todos, mi más profundo agradecimiento.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE	VII
RESUMEN	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCTON.....	1
Impacto económico	2
Impacto social	2
Impacto ambiental.....	3
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVOS ESPECIFICOS	7
CAPITULO I	8
1. MARCO TEORICO.....	8
1.1. Importancia del plátano Musa AAB en la fermentación	8
1.2. Procesos de separación en la producción de bebidas fermentadas	8
1.3. Diseño del sistema de decantación cónico con doble válvula	8
1.4. Ventajas operativas del sistema de doble válvula.....	9
1.5. Uso de enzimas para mejorar la decantación.....	9
1.6. Impacto ambiental y sostenibilidad del sistema.....	9
1.7. La Evolución de la Producción de Bebidas Fermentadas	10
1.8. Procesos Mecanizados de Decantación y su Impacto en la Calidad.....	10
1.9. Dosificación y Control de Procesos en Bebidas Fermentadas.....	11
CAPITULO II	12

2.	ESTUDIO DEL ARTE	12
2.1.	Introducción al estado del arte	12
2.2.	Producción y relevancia económica del <i>Musa</i> AAB	12
2.3.	Valorización de residuos y enfoque de biorrefinería	12
2.4.	Estudios experimentales sobre fermentación de mosto de plátano (microbiología y parámetros fisicoquímicos).....	13
2.5.	Propiedades tecnológicas de la pulpa y el almidón de <i>Musa</i> AAB (implicaciones para el procesamiento)	13
2.6.	Economía circular aplicada: ensilaje del raquis y alternativas de aprovechamiento.....	14
2.7.	Tratamientos termoquímicos y biochar como vía para manejo de residuos. 14	
2.8.	Tecnologías de clarificación: sedimentadores, clarificadores lamelares y decantadores centrífugos	14
2.9.	Sistemas de dosificación: bombas de precisión, criterios de selección y manejo de fluidos viscosos	15
2.10.	Integración de instrumentación y control para dosificación y clarificación. 15	
2.11.	Decantación Mecánica y su Eficiencia	16
	CAPITULO III.....	17
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1.	Método	17
3.2.	Localidad del experimento.....	17
3.3.	Características agroecológicas de la zona.....	18
3.4.	Equipos	18
3.5.	Materiales.....	18
3.6.	Instrumentos.....	19
3.7.	Materia prima.....	19
	CAPITULO IV.....	20
4.	RESULTADOS.....	20
4.1.	Descripción de los procesos de decantación mecánica	20

4.2.	Procedimiento para elaboración de bebida alcohólica fermentada (Sustrato: Pulpa y cascara de la <i>Musa</i> AAB).....	21
4.3.	Comparar los diferentes tipos de decantadores y su eficiencia.....	23
4.4.	Rendimiento y Calidad	23
4.5.	Importancia del Uso de Maquinaria.....	24
4.6.	Análisis de los Resultados Fisicoquímicos	25
4.7.	Importancia de la Mecanización en la Industria Vitivinícola	26
CAPÍTULO V		30
5.	CONCLUSIONES	30
5.1.	Explicar los procedimientos de decantación mecánica en industria vinícola. 30	
5.2.	La comparación de los distintos de cantadores.....	30
5.3.	Analizar la calidad del vino de plátano elaborado con métodos artesanales y mecanizados. 30	
CAPITULO VI.....		32
6.	RECOMENDACIONES.....	32
ANEXOS		33
BIBLIOGRAFÍAS		42

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Localidad del experimento.....	17
Ilustración 2 Diagrama de proceso	20
Ilustración 3 Relación de los porcentajes de mostos.	23
Ilustración 4 Análisis físico químico de los vinos	25
Ilustración 5 Resultados de los Atributos Sensoriales	27
Ilustración 6 Medición del porcentaje de alcohol en la bebida fermentada de plátano	36
Ilustración 7 Esterilización de envases mediante solución de metabisulfito de sodio.....	36
Ilustración 8 Obtención del mosto líquido tras el proceso de decantación.....	37
Ilustración 9 Incorporación de sacarosa para ajustar el grado alcohólico del vino	37
Ilustración 10 Fermentación de mosto.....	38
Ilustración 11 separación de mosto solido	38
Ilustración 12 medición de pH.....	39
Ilustración 13 Medición de grados brix	39
Ilustración 14 Proceso de envasado	40
Ilustración 15 Análisis sensorial	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características agroecológicas de El Carmen.....	18
Tabla 2 Ficha técnica del equipo	33

RESUMEN

Para maximizar la calidad, el rendimiento y la eficiencia del proceso de producción, el estudio en cuestión Evaluó el uso de un sistema mecanizado de decantación y dosificación para vino de plátano (*Musa AAB*). En primer lugar, se describió el proceso de decantación mecánica en la industria vinícola. Posteriormente cómo se comparó la eficiencia de diferentes tipos de decantadores. Finalmente, Se realizó un análisis de la cualidades fisicoquímicas y sensoriales del producto mediante métodos artesanales y automatizados. El estudio, de tipo no experimental y descriptivo, se realizó en los laboratorios de alimentos de la Universidad laica Eloy Alfaro de Manabí. El mosto se separó y dosificó utilizando un decantador cónico de doble válvula fabricado en acero inoxidable AISI 304.

Según los resultados, El decantador mecanizado produjo un mayor rendimiento de mosto líquido (74,60%) Y un menor de mosto sólido (19,67%) que en el método artesanal (33,38% y 66,62%). El vino mecanizado tiene un pH de 2,93, una graduación alcohólica de 8,5% V/V y una Concentración suficiente de sólidos soluble si un parámetro físico químicos establecidos. Su intensidad, su acidez, textura y cuerpo lo hacen destacar en el análisis sensorial. Sin embargo, la reseñas sobre el color y el aroma del vino artesanal fueron más positivas. Tras una extensa investigación, se determinó que los procedimientos de decantación y dosificación mejoran significativamente en términos de homogeneidad, Estabilidad e higiene cuando se utiliza la mecanización. Esta innovación no sólo maximizo los recursos al reducir significativamente los desperdicios y los costos operativos, sino que también mantiene las características sensoriales únicas de método artesanal, asegurando un nivel de calidad inigualable.

Palabras clave: decantación mecánica, vino de plátano, *Musa AAB*, fermentación, calidad sensorial, eficiencia productiva.

ABSTRACT

The study in question evaluated the implementation of a mechanized decanting and dosing system for the production of banana wine (*Musa* AAB), with the aim of optimizing the quality, yield, and efficiency of the production process. First, the mechanical decanting processes in the wine industry were described. Next, different types of decanters and their efficiency were compared. Finally, the physicochemical and sensory quality of the product obtained by artisanal and mechanized methods was analyzed. The research, which was descriptive and non-experimental, was carried out in the food laboratories of the Laica Eloy Alfaro University of Manabí. An AISI 304 stainless steel conical decanter with a double valve was used for the separation and dosing of the must. The results obtained showed that the mechanized decanter achieved a lower solid must content (19.67%) and a higher liquid must yield (74.60%) compared to the artisanal method (33.38% and 66.62%, respectively). According to the established physicochemical parameters, the mechanized wine exhibits an alcohol content of 8.5% v/v, a pH of 2.93, and an adequate concentration of soluble solids. In sensory analysis, it stands out for its intensity, acidity, texture, and body. On the other hand, the artisanal wine received more favorable evaluations in terms of aroma and color. After in-depth research, it has been concluded that the implementation of mechanization in the decanting and dosing processes results in a significant improvement in terms of homogeneity, stability, and hygiene of the process. This advance not only optimizes resources by significantly reducing waste and operating costs, but also preserves the distinctive sensory characteristics of the artisanal method, guaranteeing an unparalleled quality experience.

Keywords: mechanical decanting, banana wine, *Musa* AAB, fermentation, sensory quality, production efficiency.

INTRODUCCTION

La fermentación de frutas tropicales, como el plátano del grupo *Musa* AAB, se ha consolidado en los últimos años como una estrategia innovadora para agregar a valor a cultivo tradicionales y fortalecer el desarrollo de la agroindustria a nivel local. Este tipo de transformación requiere procesos técnicos cuidadosamente controlados, en los que la calidad del producto final no depende únicamente de la acción microbiológica durante la fermentación, Si no también de otras Fases clave del proceso. Entre estas se encuentran la separación eficiente de los sólidos en suspensión y la dosificación precisa del líquido fermentado, etapas fundamentales para asegurar un producto estable seguro y de buena aceptación comercial (González, Morales, & Castillo, 2021).

La decantación representa una etapa esencial dentro del proceso de elaboración de bebidas fermentadas, ya que permite eliminar los sólidos en suspensión, como restos de pulpa y las levaduras muertas, Los cuales pueden comprometer la claridad, el sabor y la estabilidad del producto; un sistema de decantación bien diseñado mejora notablemente la limpieza del mosto, aportando a una mejor presentación del líquido y ayudando a extender su tiempo de conservación (Martínez & Pérez, 2022). Para alcanzar una separación efectiva, Es necesario ajustar de manera precisa factores como el tiempo de sedimentación, la temperatura y la configuración del sistema, considerando las propiedades particulares del plátano *Musa* AAB Y las condiciones específicas del proceso de fermentación (López & Torres, 2020).

Al mismo tiempo, Asegurar una dosificación exacta de líquido previamente decantado es una clave para garantizar la consistencia y la repetitividad del producto durante etapas posteriores, como la fermentación secundaria o la incorporación de otros ingredientes. La implementación de sistemas automatizados que controlan el flujo y el volumen mediante sensores y válvulas inteligentes facilita el monitoreo de variables críticas, tales como el pH, en nivel de alcohol y la acidez, lo cual Contribuye a reducir las diferencias entre lotes y a mejorar el aprovechamiento de materia prima disponible (Ramírez, Delgado, & Vásquez, 2023).

Además de garantizar una mayor calidad y uniformidad en el producto final, la incorporación de sistemas integrados de decantación y dosificación también tienen un impacto positivo en la sostenibilidad del proceso productivo. Estas tecnologías permiten un uso más eficiente del plátano como recurso agrícola, al reducir pérdidas y minimizar la generación de residuos, este enfoque promueve para aplicar de producción más responsables y eficientes, aspecto especialmente importante en zonas rurales de Ecuador y otras regiones donde el cultivo de plátano representa una fuente clave de sustento (Vargas, Sánchez, & Herrera, 2024).

En este sentido, diseñar y evaluar un sistema de decantación y dosificación ajustado a los requerimientos específicos de la producción de bebidas fermentadas a partir del plátano *Musa* AAB constituye una necesidad tanto técnica como económica. Este tipo de solución permitirá optimizar las etapas del proceso, asegurar una calidad uniforme de producto final y fortalecer su competitividad en mercados nacionales e internacionales. La implementación de esta tecnología representa una oportunidad clave para fomentar la innovación agroindustrial y promover un desarrollo sostenible en las zonas rurales donde se concentra la producción de este cultivo (Fernández & Salazar, 2021).

Impacto económico

La producción de plátano del grupo *Musa* AAB (como el barraganete) es un pilar importante de la economía ecuatoriana. Este cultivo aporta aproximadamente el 3,84 % al Producto Interno Bruto (PIB) nacional y cerca del 50 % del PIB agrícola, consolidándose como una de las actividades rurales más (Espinoza & Hidalgo, 2021). Asimismo, esta actividad productiva sostiene cerca de 400 000 empleos directos e indirectos, lo que representa aproximadamente el 12 % de la población económicamente activa del país. Su impacto se extiende más allá de la generación de ingresos, ya que impulsa el desarrollo de infraestructura, fortalece la conectividad en zonas rurales y dinamiza el comercio vinculado a la agroindustria.

Impacto social

Desde el ámbito social, la conversión del plátano *Musa* AAB en productos con mayor valor

agregado, como las bebidas fermentadas, abre espacio a empleos de carácter más técnico y con menor exigencia física, lo que repercute positivamente en la calidad de vida de las comunidades rurales. Este tipo de innovación industrial, además, favorece que los jóvenes permanezcan vinculados al sector agrícola, contribuyendo a disminuir los flujos migratorios hacia las ciudades (Espinoza & Hidalgo, 2021). No obstante, aún se enfrentan desafíos vinculados a la formalización del empleo y a la distribución equitativa de los beneficios generados, situación que afecta de manera particular a los pequeños productores (FAO, 2020).

Impacto ambiental

El cultivo de plátano produce cantidades significativas de residuos orgánicos, entre los que se incluyen la pulpa, los pseudotallos y las hojas. Cuando estos subproductos no reciben un manejo apropiado, pueden generar contaminación del suelo y contribuir a la emisión de gases de efecto invernadero. A escala mundial, se estima que la industria bananera genera cerca de 114 millones de toneladas de desechos orgánicos cada año (Martínez et al., 2022). Sin embargo, la adopción de un enfoque basado en la economía circular ha evidenciado su capacidad para mitigar de manera considerable estos impactos. Un ejemplo de ello es la valorización del raquis del plátano *Musa AAB* mediante su transformación en ensilaje, lo que representa una alternativa sostenible y económicamente rentable para incrementar el aprovechamiento de la biomasa (Quintero et al., 2023).

Los métodos de producción utilizados en la industria vinícola han evolucionado continuamente como adoptando tecnologías que maximizan la productividad, el calibre y la uniformidad de las bebidas fermentadas. Entre estos avances, la decantación mecánica se ha convertido en un paso clave en la clarificación y estabilización del vino, al eliminar cuidadosamente los sólidos en suspensión del mosto, mejorando así su perfil sensorial, apariencia y estabilidad microbiológica. Al reducir las pérdidas y garantizar estándares de calidad constantes, la adopción de sistemas mecanizados ofrece la oportunidad de impulsar la competitividad del vino de plátano (*Musa AAB*), Una bebida con potencial agroindustrial y valor añadido. Este producto se ha elaborado históricamente mediante métodos artesanales que, si bien ofrecen cualidades

sensoriales únicas, presentan desventajas en cuanto a rendimiento, condiciones higiénicas y control cítrico de la fermentación.

Los 3 objetivos principales de este estudio son describir los procedimientos de decantación mecánica en la industria vinícola, comparar la eficiencia de distintos tipos de decantadores e introducir un sistema mecanizado de decantación y dosificación para la producción de vino de plátano *Musa* AAB. La propuesta tecnológica incorpora una válvula doble y un diseño de acero inoxidable con geometría cónica, lo que facilita la separación precisa del mosto líquido y sólido, el control de la dosificación y la minimización de la manipulación manual, mejorando así la estabilidad y la higiene del producto final.

Además de maximizar el rendimiento y la calidad de la bebida, El objetivo es sentar las bases para una producción más estandarizada, sostenible y escalable que combine las ventajas de la mecanización con la tradición vinícola, Garantizando un producto competitivo y de gran aceptación hacia el mercado.

JUSTIFICACIÓN

El cantón El Carmen, ubicado en la provincia de Manabí, Ecuador, se ha consolidado como una de las principales zonas de producción de plátano a nivel nacional punto este cultivo, En especial las variedades pertenecientes al grupo *Musa* AAB, Representa un componente esencial en la economía local y una fuente de sustento para numerosas familias campesinas, sin embargo , gran parte de esta producción se comercializa únicamente como fruta fresca, sin ningún tipo de procesamiento lo que limita su valor agregado, reduce los ingresos de los productores y genera pérdidas considerables asociadas a la maduración acelerada y deterioro postcosecha (FAO, 2021).

Ante esta problemática, se envuelve necesario que la agroindustria local adopte tecnologías que permitan transformar el plátano en productos con mayor valor agregado, una alternativa prometedora es la elaboración de bebidas fermentadas, las cuales han empezado a ganar aceptación en mercados emergentes y de nicho. Este tipo de transformación no sólo permite un aprovechamiento integral del fruto, sino que también contribuye a la diversificación de los ingresos rurales, ofreciendo nuevas oportunidades económicas para las comunidades productoras (Gutiérrez & Torres, 2021).

No obstante, la elaboración de bebida de fermentada se exige condiciones técnicas rigurosas que garanticen la seguridad alimentaria, la eficiencia del proceso y la calidad del producto final. Para alcanzar estos estándares, es fundamental contar con herramientas adecuadas que permitan un control preciso en cada etapa de la producción. En este contexto, la implementación de un sistema de decantación I dosificación se presenta como una solución técnica clave, ya que permite separar de manera eficiente los sólidos sedimentables y dosificar el líquido fermentado de la forma higiénica. Este mecanismo no solo reduce el riesgo de contaminación, sino que también optimiza los tiempos de producción y disminuye la necesidad de mano de obra directa, mejorando así la productividad general del proceso (Jiménez & Vargas, 2023).

Además, el uso de materiales apropiados para el contacto con alimentos, como el acero inoxidable de grado 304, resulta fundamental para cumplir con las normativas sanitarias vigentes

y prevenir la migración de compuestos potencialmente tóxicos al producto final, un riesgo muy frecuente en equipos fabricados con plásticos reciclados de baja calidad. Según la normativa internacional, este tipo de acero es ampliamente recomendado por su resistencia a la corrosión, Facilidad de limpieza y seguridad en aplicaciones alimentarias (Codex Alimentarius, 2020). La incorporación de estos sistemas no sólo representa una mejora en términos de seguridad e higiene, sino que también constituye una solución sostenible y adaptable a las capacidades productivas de la agroindustria locales.

Para garantizar la calidad, la seguridad y la competitividad de sus productos, la industria agroalimentaria mundial requiere una evolución continua en sus procesos de producción. El uso de tecnologías que optimizan cada paso del proceso ha sustituido los métodos estrictamente artesanales en la producción de bebidas fermentadas, como el vino. En la industria vinícola, la mecanización y la automatización son esenciales para aumentar rendimiento y estandarizar la calidad del producto final, a diferencia de los métodos manuales, que suelen verse limitados por la inconsistencia y la baja eficiencia. La incapacidad de satisfacer la demanda del mercado dentro del plazo establecido puede generar variabilidad del producto y, en última instancia como pérdidas económicas si se recurre a procesos artesanales.

El vino de plátano, en particular representa una perspectiva creciente en el sector de las bebidas fermentadas. Sin embargo, para que este producto prospere y compita con éxito debe superar las limitaciones de los enfoques existentes. La clarificación es un paso importante en la vinificación, ya que elimina la turbidez y produce un líquido limpio y estable. la decantación es una técnica esencial para lograr este objetivo, pero su aplicación artesanal suele ser ineficiente y requiere mucho tiempo. La adopción de un sistema mecánico de decantación y dosificación supone una mejora significativa que tiene el potencial de transformar una bebida de nicho en un producto industrial.

El presente estudio busca evaluar la viabilidad y las ventajas de implementar un método de decantación y dosificación para bebidas fermentadas a base de plátano *Musa* AAB. Para lograr este objetivo general, la investigación se centrará en 3 puntos: primero, Explicar los

procedimientos mecánicos de decantación utilizados en la industria vinícola; segundo, Evaluar la eficiencia de diversos tipos de decantadores; y tercero, Instalar un decantador adaptado al vino de plátano *Musa* AAB para ilustrar cómo la mecanización De este proceso puede aumentar considerablemente la calidad del rendimiento del producto.

OBJETIVO GENERAL

- Estudiar un sistema de decantación y dosificación en bebidas fermentados a base de plátano *Musa* AAB.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir los procesos de decantación mecánica en la industria vinícola.
- Comparar los diferentes tipos de decantadores y su eficiencia.
- Implementar un decantador en vino de plátano *Musa* AAB.

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO

1.1. Importancia del plátano Musa AAB en la fermentación

En los últimos años, la elaboración de bebidas fermentadas a partir del plátano del grupo *Musa AAB* ha despertado un creciente interés, principalmente por su alto contenido de carbohidratos fermentables y su amplia disponibilidad en zonas tropicales. Esta variedad se caracteriza por ser rica en almidones y azúcares simples, componentes ideales para sus procesos fermentativos cuando estos compuestos son transformados por microorganismos como la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Se pueden obtener diversos productos, entre ellos vinos, vinagres y otras bebidas alcohólicas de origen frutal (Castañeda-Niño, Ballesteros, & Botero-López, 2025).

1.2. Procesos de separación en la producción de bebidas fermentadas

Durante la fermentación del mosto, es habitual que se produzca una separación natural entre la fase líquida y sólida, como resultado de la actividad enzimática y microbiana. Esta separación genera residuos en suspensión que, si no se eliminan, pueden afectar negativamente la claridad, la estabilidad y la calidad sensorial del producto final. Por ello, es fundamental aplicar técnicas de clarificación y separación que permitan remover estas impurezas. Entre los métodos más utilizados encuentra la decantación, un proceso físico que aprovecha la acción de la gravedad para sedimentar las partículas sólidas, facilitando así la obtención de un líquido más limpio y apto para su posterior envasado o maduración (Serna-Jiménez, 2023).

1.3. Diseño del sistema de decantación cónico con doble válvula

En este contexto, se ha implementado con éxito el uso de un sistema de decantación cónico con doble válvula, diseñado para optimizar la separación de fases durante el proceso fermentativo. Este sistema se compone de un recipiente con fondo cónico, cuya forma favorece a la acumulación de sedimentos en el vértice inferior del tanque. A través de una válvula ubicada en la parte inferior, es posible evacuar de manera controlada los residuos sólidos depositados, mientras que la válvula

adicional, situada en un nivel superior o lateral, permite la extracción del líquido ya clarificado. Esta configuración no sólo mejora la eficiencia del proceso, sino que también facilita un manejo más higiénico y preciso del mosto durante las etapas de decantación (Shi, Zhang, & Liu, 2023).

1.4. Ventajas operativas del sistema de doble válvula

La principal ventaja de este diseño cónico con doble válvula la radica en la capacidad para separar eficientemente las bases líquidas y sólidas sin necesidad de agitar o trasladar el contenido del tanque, lo que contribuye a perseverar la calidad del mosto clarificado. Esta estructura permite que el proceso se realice de forma continua y controlada, minimizando el riesgo de conrecontaminación o pérdida del producto. Además, el sistema posibilita una dosificación precisa de líquido, tanto durante la fase de fermentación como el proceso de envasado, lo que lo convierte en una herramienta versátil y funcional dentro de la línea de producción de bebidas fermentadas (Ezemba, Archibong, & Okeke, 2022).

1.5. Uso de enzimas para mejorar la decantación

Diversos estudios han evidenciado que la incorporación de enzimas pectinolíticas antes del proceso de decantación contribuye significativamente a mejorar la clarificación del mosto. Estas enzimas actúan descomponiendo las pectinas presentes en las paredes celulares del plátano, lo que favorece la liberación de jugos y acelera la separación de sólidos en suspensión. Como consecuencia, se obtiene un líquido más limpio y estable, lo que no sólo mejora las condiciones tecnológicas del proceso, sino que también influye positivamente en la calidad sensorial del producto final, haciendo lo más atractivo para el consumidor (Zhong, Chen, & Wu, 2024).

1.6. Impacto ambiental y sostenibilidad del sistema

Por otro lado, la implementación de este sistema también aporta beneficios en términos de sostenibilidad ambiental. Los residuos sólidos extraídos durante la decantación no se convierten en desechos finales, sino que pueden ser reaprovechados en distintos procesos productivos. Entre sus aplicaciones más comunes se encuentra su uso como fertilizante orgánico, alimento para

animales o incluso como materia prima para la generación de biogás, reduciendo así impacto ambiental del proceso. Este enfoque se alinea con los principios de la economía circular, promoviendo un modelo de producción más eficiente, responsable y respetuoso con el entorno (Serna-Jiménez, 2023).

1.7. La Evolución de la Producción de Bebidas Fermentadas

La fabricación de bebidas fermentadas, con miles de años de historia, han experimentado una transformación considerable, Pasando de ser una actividad artesanal a un proceso más mecánico. Si bien los procesos artesanales son apreciados por su originalidad, A veces presentan obstáculos intrínsecos que afectan la calidad y la eficiencia del producto final. La falta de uniformidad en las actividades manuales, Como el control de la temperatura y el tiempo de fermentación, Puede causar inconsistencias entre lotes, Lo que compromete el sabor, la fragancia y el contenido alcohólico. La manipulación manual también aumenta el riesgo de contaminación microbiológica, lo que afecta la seguridad de vida útil del producto.

1.8. Procesos Mecanizados de Decantación y su Impacto en la Calidad

La clarificación es un paso importante en la producción de bebidas fermentadas, ya que influye en la transparencia, la estabilidad y el atractivo visual del producto final. La decantación es un procedimiento muy eficaz para separar los sólidos (células de levadura) de líquidos. Tradicionalmente, esta operación se realiza de forma estática, esperando que las partículas se inventan por la gravedad. Sin embargo, este procedimiento es lento y el rendimiento puede ser bajo debido a la ineficiencia de la separación.

Para acelerar y mejorar esta operación, la industria ha creado diversos sistemas mecánicos de decantación, entre los más comunes se encuentran:

Decantadores centrífugos: Estos dispositivos emplean las fuerzas centrífugas para acelerar la sedimentación de partículas. son extremadamente eficientes, permiten la clarificación

continua de grandes cantidades de líquido y proporcionan un alto grado de pureza en el producto final en mucho menos tiempo que la decantación por gravedad. Sus principales desventajas son su coste inicial y el consumo de energía.

El Decantadores por gravedad optimizados: Aunque se basan en la sedimentación, estos sistemas emplean tanques diseñados específicamente para eliminar los sedimentos sin alterar el líquido clarificado. Se utilizan frecuentemente con agentes clarificadores para aumentar la eficiencia. Son más económico que las centrífugas, aunque su velocidad de trabajo es menor y pueden requerir más espacio.

El tipo de decantador utilizado depende del volumen de producción, las propiedades de la bebida como la viscosidad contenida de sólidos y a nivel de calidad requerido punto un decantador automatizado podría mejorar significativamente la calidad del vino de plátano *Musa* AAB al reducir una turbidez y aumentar su atractivo comercial.

1.9. Dosificación y Control de Procesos en Bebidas Fermentadas

Además, la decantación y la dosificación adecuada de los ingredientes es fundamental para producir bebidas fermentadas de calidad consistente. La dosificación manual puede ser incorrecta, Lo que resulta en concentraciones variables de azúcar, nutrientes y aditivos entre lotes Esta falta de control puede afectar directamente al rendimiento de la fermentación, así como la concentración de alcohol y las características sensoriales del producto final. Los sistemas de dosificación mecanizados permiten la administración automatizada y precisa de sustancias en determinados puntos del proceso. Esto abarca La dosificación de levadura, azúcar inicial y otros ingredientes necesarios. El uso de estas técnicas, junto con la monitorización automatizada de factores como el pH Y los grados brix, Garantiza que cada lote de vino de plátano se elabore bajo las mismas condiciones reguladas.

El uso de equipos de dosificación minimiza el desperdicio de materia prima, reduce la posibilidad de errores humanos y garantiza la uniformidad que el mercado industrial requiere.

CAPITULO II

2. ESTUDIO DEL ARTE

2.1. Introducción al estado del arte

Este capítulo presenta una revisión integral de las investigaciones más recientes, desarrolladas entre 2020 y 2025, que aportan de manera directa o complementaria al diseño y desarrollo de un sistema destinado a la decantación y dosificación de bebidas fermentadas elaboradas a partir de plátano *Musa* AAB. En esta síntesis se abordan trabajos relacionados con la producción y manejo agronómico del cultivo, el aprovechamiento de residuos, los procesos de fermentación del mosto, las propiedades funcionales de sus derivados, así como las tecnologías utilizadas para clarificación y decantación. Además, se examinan soluciones modernas para la dosificación precisa de líquidos de alta viscosidad. Todo ello se orienta a identificar las brechas técnicas existentes y sustentar, con base científica, las decisiones de ingeniería necesarias para el diseño del implemento propuesto (Silva-Alvarado et al., 2023).

2.2. Producción y relevancia económica del *Musa* AAB

Los estudios más recientes sobre la cadena productiva del banano y plátano resaltan su papel estratégico en la economía y la necesidad de incrementar tanto la eficiencia como el valor agregado de sus productos. Evaluaciones realizadas en Ecuador entre 2020 y 2023 evidencian un nivel medio de circularidad en el sector, señalando la urgencia de implementar medidas concretas para convertir los subproductos en insumos con potencial comercial. Este panorama respalda el desarrollo de tecnologías orientadas a la industrialización de procesos de bajo costo —como la elaboración de harinas, pulpas y bebidas—, al mismo tiempo que promueve una gestión más eficiente de los residuos, tanto en el ámbito de la finca como en el entorno industrial (Silva-Alvarado et al., 2023).

2.3. Valorización de residuos y enfoque de biorrefinería

Entre 2022 y 2024, diversas revisiones científicas han confirmado que las hojas,

pseudotallos, raquis y cáscaras de *Musa* spp. representan materias primas con alto potencial para incorporarse a diferentes cadenas de valor, tales como la producción de ensilaje, bioetanol, fibras, papel, bioplásticos, insumos para alimentación animal y compostaje. Asimismo, investigaciones publicadas en 2023 han propuesto modelos de biorrefinería que combinan etapas de hidrólisis, fermentación y extracción de fibra, ofreciendo un enfoque práctico para transformar el flujo de residuos en bienes comercializables. Este planteamiento no solo añade valor a la producción, sino que también contribuye a disminuir el impacto ambiental asociado a la agroindustria bananera (Serna-Jiménez et al., 2023).

2.4. Estudios experimentales sobre fermentación de mosto de plátano (microbiología y parámetros fisicoquímicos)

Investigaciones experimentales realizadas entre 2022 y 2023 sobre la fermentación del mosto de plátano han evidenciado patrones consistentes en su evolución: disminución progresiva del pH, reducción de los azúcares reductores, variaciones en la población de levaduras y bacterias lácticas, así como un incremento en la producción de metabolitos volátiles y etanol durante las etapas iniciales. Estos estudios proporcionan información clave sobre los tiempos óptimos de fermentación, el comportamiento de los sólidos en suspensión y las variaciones en la viscosidad del mosto. Dichos datos resultan fundamentales para dimensionar con precisión las fases de decantación y determinar el momento idóneo de extracción con fines de dosificación del producto previamente clarificado (Mabika & Mbadinga, 2023).

2.5. Propiedades tecnológicas de la pulpa y el almidón de *Musa* AAB (implicaciones para el procesamiento)

Estudios recientes (2024–2025) sobre la extracción y caracterización del almidón presente en la pulpa y la cáscara de plátano han evidenciado diferencias significativas en cuanto a granulometría, contenido de amilosa y propiedades térmicas. El almidón obtenido de la pulpa destaca por su mayor pureza y capacidad de gelatinización, factores que inciden de manera directa en la viscosidad del mosto y en la estabilidad de los sedimentos. Esta información resulta esencial

para estimar los tiempos de sedimentación, definir el tipo de clarificador más adecuado y dimensionar los sistemas de bombeo o dosificación, especialmente cuando se requiere manejar fluidos con variaciones en su carga sólida (Castañeda-Niño et al., 2025).

2.6. Economía circular aplicada: ensilaje del raquis y alternativas de aprovechamiento

En diversos estudios de caso realizados en zonas tropicales se ha comprobado que el aprovechamiento del raquis mediante ensilaje, así como la utilización del pseudotallo como insumo para la elaboración de piensos o bioproductos, representan alternativas técnica y económicamente viables. Estas prácticas no solo contribuyen a la reducción de residuos, sino que también generan fuentes adicionales de ingreso para los productores. Los análisis de costo-beneficio presentados en dichas investigaciones evidencian que la adopción de estas estrategias mejora la sostenibilidad financiera de micro y pequeñas agroindustrias dedicadas al procesamiento de fruta para la producción de bebidas fermentadas (Serna-Jiménez et al., 2023)

2.7. Tratamientos termoquímicos y biochar como vía para manejo de residuos

En publicaciones técnicas del año 2025 se documentan procedimientos de pirólisis lenta aplicados al raquis y a las cáscaras de plátano, en los que el rendimiento del biochar obtenido varía según la temperatura utilizada. Este material ha demostrado un alto potencial como enmienda agrícola y agente para la recuperación de suelos, representando una alternativa eficiente para el cierre de ciclos productivos a nivel regional. Su incorporación a la cadena de valor se alinea con los principios de economía circular y contribuye a fortalecer la sostenibilidad de las plantas procesadoras de bebidas derivadas del plátano (Herazo et al., 2025).

2.8. Tecnologías de clarificación: sedimentadores, clarificadores lamelares y decantadores centrífugos

Entre 2020 y 2024, la literatura técnica sobre tratamiento y clarificación de líquidos ha documentado una amplia variedad de alternativas escalables, que incluyen tanques de sedimentación con zonas específicas para floculación, clarificadores lamelares diseñados para

ampliar la superficie efectiva de separación y decantadores centrífugos que permiten un proceso continuo con una huella reducida. Los estudios de modelado y las pruebas piloto coinciden en que la elección de la tecnología más adecuada está determinada por factores como la concentración de sólidos, el tamaño de las partículas, la viscosidad del fluido y el nivel de recuperación deseado del producto, variables que influyen directamente en la configuración óptima de un sistema de decantación destinado a bebidas fermentadas (Chen, Wang, Liu, & Wu, 2023).

2.9. Sistemas de dosificación: bombas de precisión, criterios de selección y manejo de fluidos viscosos

En aplicaciones de la industria alimentaria que requieren alta precisión de dosificación, condiciones sanitarias controladas y manipulación de fluidos con elevada viscosidad o contenido de sólidos en suspensión, las bombas peristálticas y las bombas dosificadoras de diafragma constituyen las alternativas de mayor adopción tecnológica. Estudios técnicos y reportes de mercado publicados entre 2020 y 2024 destacan que las bombas peristálticas ofrecen ventajas operativas relevantes: compatibilidad con sistemas de limpieza in situ (CIP), mínima probabilidad de contaminación del producto y tolerancia efectiva a partículas abrasivas y sólidos de hasta cierto tamaño, gracias a su principio de compresión progresiva del fluido. Sin embargo, su vida útil se encuentra condicionada por las propiedades mecánicas y químicas del material de la manguera, lo que demanda una selección cuidadosa según pH, temperatura y naturaleza abrasiva del mosto. Estos factores resultan determinantes para la configuración óptima del módulo de dosificación en el sistema propuesto, garantizando un balance entre eficiencia, durabilidad y calidad sanitaria del producto final (Watson-Marlow, 2023).

2.10. Integración de instrumentación y control para dosificación y clarificación

En el ámbito del diseño y automatización de procesos, las investigaciones recientes en ingeniería de control sugieren la integración de sensores de turbidimetría y de nivel, combinados con válvulas proporcionales y sistemas PLC/SCADA de bajo costo, como estrategia eficiente para regular el caudal y los tiempos de decantación en operaciones por lotes. Esta configuración

posibilita el monitoreo en tiempo real de parámetros críticos, como la claridad del producto y la concentración de sólidos residuales, además de optimizar la dosificación de aditivos o inoculantes. La implementación de este esquema de control resulta esencial para garantizar la estabilidad fisicoquímica de la bebida fermentada y asegurar la reproducibilidad entre lotes consecutivos (Endress+Hauser, 2021).

2.11. Decantación Mecánica y su Eficiencia

En la industria vinícola la decantación es un paso importante para la clarificación del Vino. Investigaciones recientes se centran en perfeccionar estos procedimientos para mejorar la eficiencia. Por ejemplo, estudios sobre la claridad de las aguas residuales han evaluado la eficacia de diversos diseños de decantadores, demostrando que ciertos diseños, como Los de columna, son más eficientes en la eliminación de partículas totales y en suspensión, a la vez que ocupa menos espacio y utilizan menos volumen. Este pone de relieve la búsqueda continua de sistemas de decantación más eficientes y compactos, lo que se aplica a la clarificación de bebidas.

En el contexto de la clarificación del vino, si bien la decantación manual sigue siendo una práctica común, especialmente para vinos añejos con sedimentos, la industria se inclina hacia soluciones mecanizadas. Se ha documentado la existencia de decantadores de diferentes diseños, algunos enfocados en la máxima oxigenación para vinos jóvenes y otros en la mínima oxigenación para vinos añejos, lo que subraya la importancia del diseño del equipo para el perfil sensorial del producto final. Sin embargo, el principal enfoque de las investigaciones y el desarrollo tecnológico reside en la optimización de la decantación a gran escala, a través de sistemas de centrifugación y decantadores de diseño avanzado que buscan reducir la turbidez y mejorar la calidad del agua o líquido procesado.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

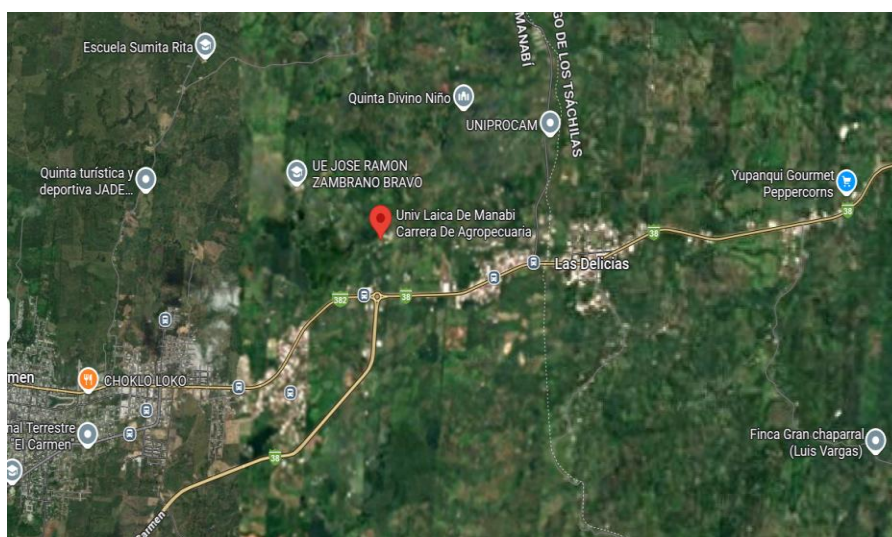
3.1. Método

La presente investigación es un trabajo bibliográfico descriptivo y no experimental, basado en la recopilación, análisis y síntesis de información proveniente de material bibliográfico científico ya publicado, relacionado con sistemas de decantación y dosificación en bebidas fermentadas a base de plátano (*Musa AAB*).

3.2. Localidad del experimento

La presión de investigación se realizó en la provincia de Manabí, en el cantón El Carmen en el Granja experimental “Río Suma” perteneciente a la Universidad laica Eloy Alfaro de Manabí ubicada en las siguientes coordenadas y geográficas: Latitud: $0^{\circ}15'35''S$, Longitud: $-79^{\circ}25'37''W$ y Altitud: 266 m.s.n.m.

Ilustración 1 Localidad del experimento



Fuente. Google Maps (2024)

3.3. Características agroecológicas de la zona.

Tabla 1 Características agroecológicas de El Carmen

Características	El Carmen
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86
Heliofanía (Horas luz año-1	1026, 2
Precipitación media anual (mm)	2806
Altitud (msnm)	260

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017).

3.4. Equipos

- Cocina industrial
- Licuadora
- Gramera
- Decantador
- Termocompresor
- Corchadora

3.5. Materiales

- Coladera

- Jarra medidora
- Cuchillo
- Cuchara
- Botellas de vidrio
- Ollas
- Manguera
- Baldes
- Corchos
- Estuches
- Silicona

3.6. Instrumentos

- Termómetro
- Potenciómetro
- Alcoholímetro
- Refractómetro

3.7. Materia prima

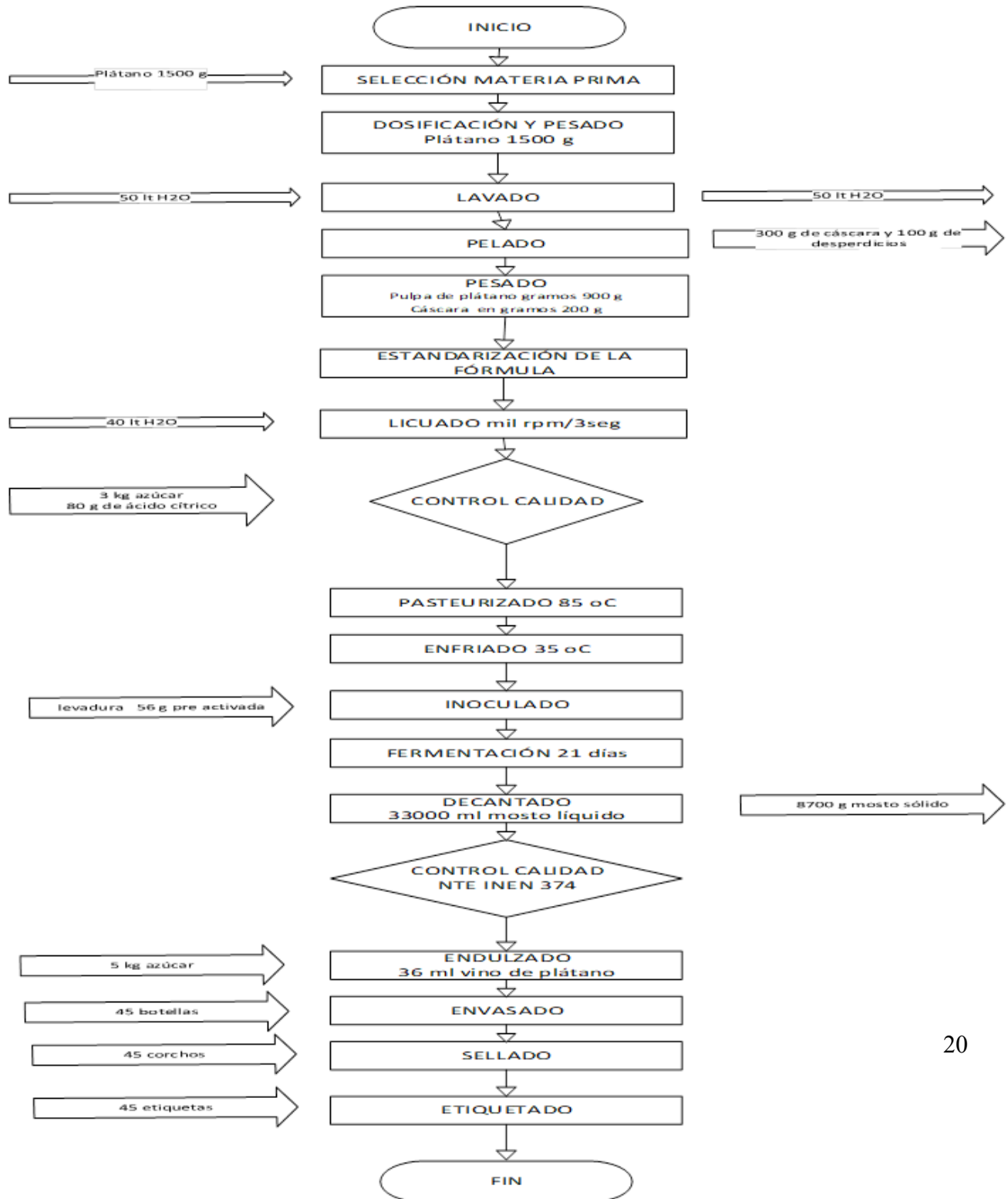
- Cascara y pulpa de *Musa* AAB
- Sacarosa
- Levadura
- Ácido cítrico

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Descripción de los procesos de decantación mecánica.

Ilustración 2 Diagrama de proceso



4.2. Procedimiento para elaboración de bebida alcohólica fermentada (Sustrato: Pulpa y cascara de la *Musa* AAB).

4.2.1. Selección y acondicionamiento de la materia prima

Se realizó una inspección visual para seleccionar únicamente plátanos en óptimo estado fisiológico, libres de daños mecánicos, signos de pudrición o infestaciones. Posteriormente, los frutos fueron sometidos a un lavado con agua potable para eliminar impurezas superficiales y reducir la carga microbiana, seguido de un pelado manual en condiciones higiénicas controladas.

4.2.2. Formulación y preparación del mosto

La pulpa y la cáscara fueron trituradas conjuntamente para aprovechar la fracción fibrosa y compuestos bioactivos presentes en la epidermis. La mezcla resultante se homogenizó con agua y sacarosa hasta alcanzar un contenido de sólidos solubles de 18–20 °Brix, determinado mediante refractometría. El pH se ajustó a un rango de 3,5–4,0 utilizando ácido cítrico grado alimenticio, con el fin de optimizar la actividad fermentativa y prevenir el desarrollo de microorganismos no deseados.

4.2.3. Fermentación alcohólica

El mosto se transfirió al sistema de decantación y se inoculó con levadura *Saccharomyces cerevisiae*, previamente hidratada y activada según protocolo. La fermentación se desarrolló durante 21 días a temperatura ambiente controlada, permitiendo la conversión de azúcares fermentables en etanol y compuestos aromáticos secundarios.

4.2.4. Diseño y construcción del sistema de decantación

Se implementó un prototipo de decantador fabricado en acero inoxidable AISI 304, resistente a medios ácidos y compatible con prácticas de limpieza CIP. El tanque presenta geometría cónica para favorecer la sedimentación gravitacional de sólidos en suspensión, incorpora una válvula inferior para la extracción de sedimentos sin agitación del líquido, y una

válvula dosificadora ubicada a media altura para la obtención exclusiva de la fracción clarificada. El conjunto se montó sobre un soporte móvil para facilitar su traslado y adaptación a diferentes entornos de trabajo.

4.2.5. Operación de decantación y dosificación

Finalizada la sedimentación, se procedió a la descarga controlada de sólidos sedimentados a través de la válvula inferior. La fracción clarificada se extrajo mediante la válvula dosificadora superior, realizando el llenado directo en envases, minimizando la agitación del líquido y evitando el arrastre de partículas.

4.2.6. Control de calidad del producto final

Se efectuó un análisis fisicoquímico del vino, determinando pH, sólidos solubles (°Brix), contenido alcohólico estimado mediante densimetría y evaluación de turbidez y color con equipos de medición específicos. Complementariamente, se llevó a cabo una prueba sensorial preliminar con panel no entrenado, evaluando atributos de aroma, sabor, color y aceptabilidad global, de acuerdo con escalas hedónicas estándar.

4.2.7. Maduración

El vino clarificado fue sometido a una fase de maduración estática durante una semana en recipientes herméticamente cerrados y en ambiente controlado (temperatura estable y ausencia de luz directa). Este reposo permitió la integración de compuestos aromáticos, la estabilización fisicoquímica y la reducción de posibles notas ásperas, optimizando el perfil organoléptico final.

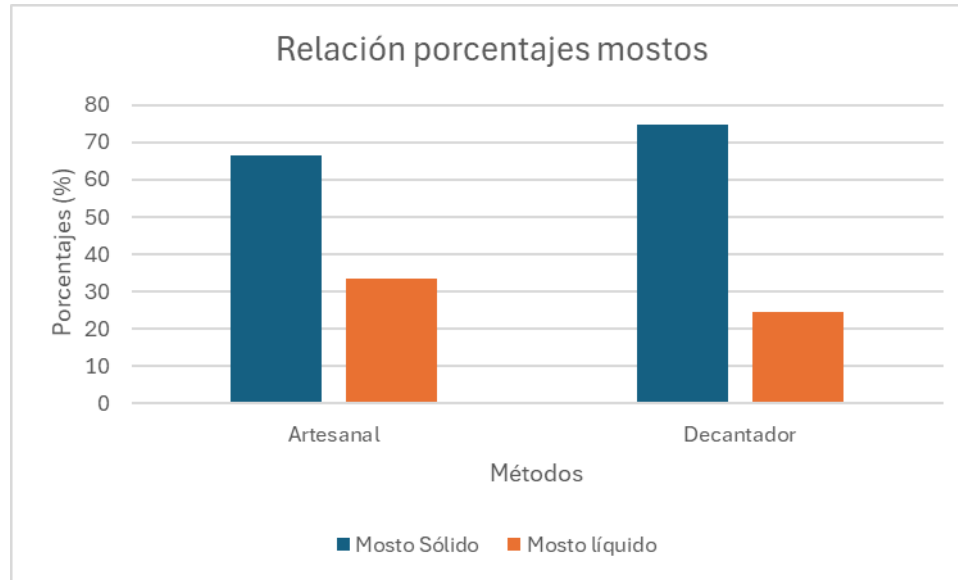
4.2.8. Embotellado y etiquetado

Finalizada la maduración, el producto se embotelló en envases de vidrio previamente sanitizados, utilizando llenado controlado para evitar la incorporación de oxígeno. Las botellas fueron cerradas con tapones de seguridad y etiquetadas conforme a la normativa vigente, incorporando información de lote, fecha de elaboración, fecha de consumo preferente y

características del producto.

4.3. Comparar los diferentes tipos de decantadores y su eficiencia.

Ilustración 3 Relación de los porcentajes de mostos.



En la figura x se observa como el sistema mecanizado de decantación es más eficiente que utilizando los recipientes artesanales.

4.4. Rendimiento y Calidad

La decantación y dosificación son pasos críticos en la producción. Un sistema de decantación eficiente es fundamental para separar los sólidos (células de levadura, pulpa residual) del líquido, lo que influye directamente en la densidad final y en la clarificación, color y tonalidad del vino de plátano. Una decantación deficiente dejaría más sólidos en suspensión, lo que podría elevar considerablemente la densidad, turbidez y una tonalidad desagradable, afectando la estabilidad y el aspecto visual de la bebida. El uso de la maquinaria propuesta, un decantador especializado, asegura una separación más precisa y consistente que los métodos manuales, mejorando la calidad y el rendimiento.

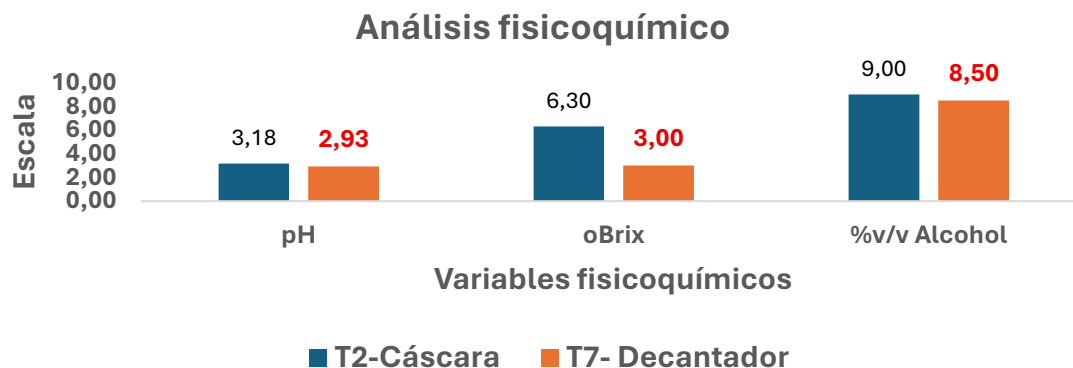
En el decantador mecanizado se observa que se obtuvo menos mosto sólido con un % de 19,67 en la industria de los vinos estos equivale a una fermentación eficiente, menor cantidad de residuos significa menos gastos en el tratamiento ambiental de este desperdicio, en cuanto al mosto sólido tiene una clara diferencia con un % de 74,60 a diferencia del equipo artesanal con un 66,62%

Eficiencia del Proceso: La dosificación, por su parte, permite estandarizar la adición de ingredientes, incluyendo el azúcar, lo que garantiza la repetibilidad de los resultados. Al estandarizar la concentración inicial de azúcar, la maquinaria de dosificación asegura que la densidad inicial del mosto sea siempre la misma para un tratamiento dado. Esto, a su vez, permite que la fermentación se desarrolle de manera predecible, facilitando el control de calidad. La consistencia en el producto final (densidad, sabor, etc.) es un factor clave para la aceptación del consumidor y la competitividad en el mercado.

4.5. Importancia del Uso de Maquinaria.

La implementación de un sistema mecanizado de decantación y dosificación, como el propuesto en la investigación, es vital para la modernización y eficiencia del proceso de producción. La maquinaria no solo garantiza un control preciso de parámetros como la densidad y la concentración, sino que también reduce la variabilidad del proceso, aumenta el rendimiento al minimizar las pérdidas de producto y mejora la calidad higiénica al reducir la manipulación manual. En última instancia, esto permite a los productores de bebidas artesanales o de pequeña escala competir de manera más efectiva, ofreciendo un producto de calidad superior y consistente.

Ilustración 4 Análisis físico químico de los vinos



Los resultados fisicoquímicos que se muestran en la tabla comparan los datos del vino de plátano bajo el proceso de fermentación con materiales artesanales y el vino de plátano elaborado bajo los procesos de fermentación mecanizada con la implementación de un decantador, proporcionando un contexto para evaluar la calidad y composición del vino de plátano *Musa* AAB. La mecanización en la industria vitivinícola es crucial para controlar estos parámetros y asegurar la consistencia y calidad del producto final.

4.6. Análisis de los Resultados Fisicoquímicos

En esta investigación se realizó el vino de plátano *Musa* AAB en un decantador que se implementó en los laboratorios de Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y se comparó con un vino elaborado de manera artesanal, estos fueron elaborados con los mismos ingredientes, sin embargo, se pudo observar varias diferencias significativas en criterio de calidad de los vinos:

- **Grado Alcohólico:** El vino de plátano *Musa* AAB en el decantador obtuvo un valor de 8.5% v/v, tiene un contenido alcohólico similar a los vinos jóvenes comerciales. Este valor se determina por el contenido de azúcares fermentables en la en el sustrato, que se convierte en etanol durante la fermentación. Un control preciso de la maduración de la uva y del proceso de fermentación es vital para alcanzar el grado alcohólico deseado.

- pH: El pH del vino de plátano *Musa* AAB alcanzó al valor de 2.93% v/v, categorizado dentro de los vinos jóvenes ligeramente ácido. El pH es un factor crítico que influye en el color, la estabilidad microbiológica y la eficacia del dióxido de azufre. Un pH bajo ayuda a inhibir el crecimiento de microorganismos indeseados.
- Brix: Los grados Brix es crucial en la producción de vino de plátano, ya que indica la concentración de sólidos solubles disueltos, principalmente azúcares, en el mosto. Esta concentración es directamente proporcional a la cantidad de alcohol que se puede obtener durante la fermentación, la relación entre los Grados Brix y la Fermentación está relacionada con la densidad de un líquido y se utilizan como una aproximación del contenido de azúcar. Durante la fermentación, las levaduras consumen los azúcares presentes en el mosto y los convierten en etanol (alcohol) y dióxido de carbono, por lo tanto, una mayor concentración de azúcares iniciales más grados Brix, para el vino de plátano (*Musa* AAB), el control de los grados Brix es fundamental en varias etapas, en la producción de vino de plátano, la optimización de la maceración y la clarificación del mosto también son procesos importantes que influyen en la calidad del producto final. Un sistema de decantación y dosificación, por ejemplo, puede ayudar a separar los sólidos y a estandarizar la bebida, lo que contribuye a un proceso más eficiente y a un producto de mejor calidad.

4.7. Importancia de la Mecanización en la Industria Vitivinícola

La mecanización de la industria vitivinícola permite un control riguroso de cada etapa del proceso, lo que es vital para garantizar la calidad y consistencia del vino, como se evidencia en los parámetros fisicoquímicos.

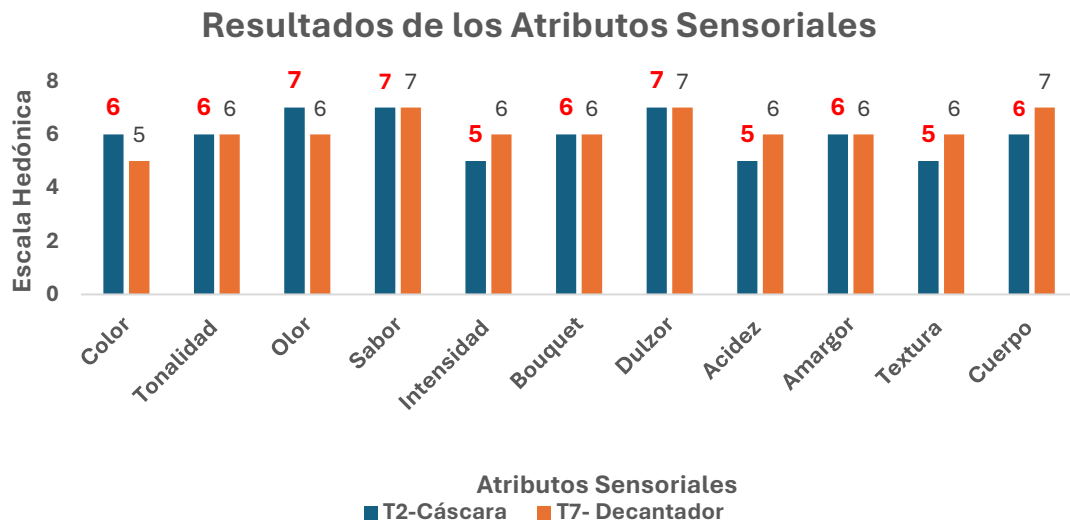
La mecanización, a través de sistemas automatizados, asegura una extracción uniforme y controlada de los componentes del plátano, evitando la oxidación prematura que podría afectar el color y el sabor, el uso del decantador que sirve como tanque de fermentación mantiene la temperatura dentro de un rango óptimo, esto es crucial para un desarrollo de levaduras saludable y la producción de alcohol y compuestos aromáticos deseados, previniendo la formación de ácido

acético y otros subproductos indeseables.

El sistema de decantación y centrifugado automatizados, como el descrito en esta investigación, permiten una separación eficiente del mosto de las partículas sólidas y los lodos. Esto mejora la limpidez del vino y reduce la necesidad de aditivos clarificantes.

Dosificación y Embotellado: La dosificación precisa de aditivos y el embotellado automatizado garantizan que el producto final cumpla con los estándares de calidad y seguridad, sin variaciones en la composición que podrían surgir de procesos manuales, esto también minimiza la exposición del vino al oxígeno, prolongando su vida útil.

Ilustración 5 Resultados de los Atributos Sensoriales



En el gráfico se comparan dos vinos de plátano *Musa* AAB:

T2 – Cáscara: elaborado de manera artesanal.

T7 – Decantador: elaborado de forma mecanizada con fermentación en decantador.

Atributos mejor valorados en el vino artesanal (T2 – Cáscara)

Color (6 vs 5): El artesanal presenta un color más atractivo para el consumidor.

Olor (7 vs 6): El aroma es uno de sus puntos fuertes, posiblemente por la complejidad aromática generada en la fermentación artesanal.

Acidez (5 vs 6) y Textura (5 vs 6): En estos casos, el artesanal tiene menor valoración, lo que podría significar menor frescura y menos cuerpo en boca que el mecanizado.

Atributos en los que empatan

Tonalidad (6 – 6), Sabor (7 – 7), Bouquet (6 – 6) y Amargor (6 – 6): Ambos vinos ofrecen una experiencia sensorial similar en estos aspectos, lo que indica que el perfil gustativo básico es consistente en ambos métodos.

Atributos mejor valorados en el vino mecanizado (T7 – Decantador)

Intensidad (6 vs 5): El mecanizado genera un vino con mayor intensidad de aroma y sabor.

Acidez (6 vs 5): Un toque más de frescura, lo que puede resultar más agradable para algunos consumidores.

Textura (6 vs 5): Posiblemente más redondeada y suave gracias al control del proceso en decantador.

Cuerpo (7 vs 6): El mecanizado logra un vino con mayor sensación de volumen en boca.

El vino artesanal (T2 – Cáscara) destaca por su aroma más complejo y atractivo, así como por su color, probablemente ligado a compuestos fenólicos extraídos en un proceso más manual.

El vino mecanizado (T7 – Decantador) ofrece mayor intensidad, acidez equilibrada, cuerpo y textura más redonda, lo que puede ser resultado del control más preciso en la fermentación y maduración.

Ambos logran igual calificación en el sabor y el bouquet, lo que indica que, independientemente del método, la esencia gustativa del vino de plátano se mantiene.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

5.1. Explicar los procedimientos de decantación mecánica en industria vinícola.

El procedimiento de decantación mecánica en la elaboración de vino de plátano mejoró la separación sólido líquido, aumentando la claridad y minimizando la turbidez del producto final. El uso de un decantador cónico de acero inoxidable con el control de sedimentación y extracción por fases diferenciadas permitió una manipulación higiénica y eficiente, a reduciendo las pérdidas garantizando un mosto limpio para la fermentación. Esta técnica mejoró la uniformidad de la calidad, a redujo el tiempo de sedimentación y la manipulación manual, aspectos importantes para obtener un producto competitivo y estable.

5.2. La comparación de los distintos de cantadores

reveló que el decantador automatizado fue más eficiente que el método artesanal, produciendo una menor proporción de mosto sólido (19,67 % frente a 33,38 %) y un mayor rendimiento de mosto líquido (74,60 % frente a 66,62 %). Esta mayor separación de fases permitió una fermentación más regulada, una reducción de la carga de residuos y una reducción de los costes de tratamiento. Además, la estandarización de la dosificación y el control de factores iniciales como los grados brix Permitieron la producción de un vino con características fisicoquímicas más estables y predecibles, lo que garantiza la calidad y la aceptabilidad de producto final.

5.3. Analizar la calidad del vino de plátano elaborado con métodos artesanales y mecanizados.

Los estudios sensoriales demuestran que ambos vinos tienen un perfil gustativo comparable en cuanto a sabor, tono, fragancia y amargor, lo que indica que la esencia del vino de plátano se conserva independientemente del proceso utilizado. Sin embargo, el vino automatizado destacó en intensidad, acidez, textura y cuerpo, todos ellos vinculados a un mayor control de la fermentación

y la maduración. En cambio, el vino artesanal destacó en aroma y color, probablemente debido a la riqueza aromática y a los compuestos eliminados durante el proceso manual. En general, la automatización mejoró la uniformidad y estabilidad del producto, mientras que el vino artesanal conservó características de sabor más distintivas.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados fisicoquímicos y sensoriales, se sugiere un método robótico de decantación y dosificación para la producción de vino de plátano *Musa AAB*, ya que aumenta el rendimiento, mejora la calidad y la estabilidad del producto y crea casualidades sensoriales más equilibradas en términos de intensidad, cuerpo y textura. Esto estandariza la calidad y reduce variabilidad del proceso, A la vez que disminuye la generación de los residuos sólidos, fomenta la sostenibilidad y reduce los costos de tratamiento. Sin embargo, algunos procedimientos artesanales, como Las técnicas de maceración o fermentación, que aportan complejidad aromática y un perfil de color superior, deben preservarse para combinar las cualidades de ambos métodos y crear un vino con mayor valor añadido y atractivo para el mercado.

ANEXOS

Tabla 2 Ficha técnica del equipo

Ficha técnica del equipo	
Decantador para vinos de frutas	
Identificación del equipo	
Nombre del equipo	Decantador de vinos de frutas
Modelo	DVF -100
Fabricante	FrutEquip S. A
Origen	Ecuador
Año de fabricación	2025
Capacidad de trabajo	50 lts/ciclo
Frecuencia recomendada	1 ciclo/ 76 horas
Duración vida útil	10 años
Descripción técnica	
capacidad	50 lts
Tipo de operación	Manual
Material de fabricación.	Acero inoxidable grado alimenticio AISI304.
Tipo de dedicación.	Estática por gravedad
Diámetro de tanque.	16, 4 cm.
Altura total del equipo	124 cm
Especial de la pared	2 mm
Válvula de salida inferior	22 cm
Tipo de tapa	Hermética conjunta de silicona alimentaria
Termómetro incorporado	No

Mediador de CO2 incorporado	No
Drenaje de Lías	Sí, válvula inferior para sólidos
Requerimiento de instalación	
Superficie	Nivelada y firme
Ambiente	Ventilado y libre de contaminantes
Evitar exposición directa al sol o temperaturas extremas	
Conexión a sistemas de drenaje sanitario	
Aplicaciones principales	
Decantación y clarificación natural de vino de frutas	
Separación de sedimentos con lías Post fermentación	
Prefiltrado previo al embotellado	
Seguridad operativa	
No manipular con líquidos calientes menores a 40 C	
No presionar la tapa mientras el líquido está en decantación	
Utilizar guantes de nitrilo y lentes de protección durante la descarga de sedimentos	
Limpieza únicamente con detergentes neutros y esponjas no abrasivas	
Mantenimiento preventivo	
Frecuencia	Actividad cada 6 meses
Limpieza	Diaria con enjuague interno con agua potable, limpieza de válvulas semanal, lavado con solución sanitizante (Ácido peracético al 0.5)
Revisión	Mensual de juntas de silicona y válvulas de salida trimestral inspección estructural
Manual leche documentos adjuntos	
Manual de operación (Incluido en el diagrama de flujos De decantación)	

Mantenimiento adicional	
Compatible con sistemas de refrigeración externa	
Recomendado para emprendimientos agroindustriales, laboratorios de valor agregado y plantas piloto	
Alto para procesos certificados bajo BPM/HACCP	
	

Ilustración 6 Medición del porcentaje de alcohol en la bebida fermentada de plátano



Ilustración 7 Esterilización de envases mediante solución de metabisulfito de sodio



Ilustración 8 Obtención del mosto líquido tras el proceso de decantación



Ilustración 9 Incorporación de sacarosa para ajustar el grado alcohólico del vino



Ilustración 10 Fermentación de mosto



Ilustración 11 separación de mosto solido



Ilustración 12 medición de pH



Ilustración 13 Medición de grados brix



Ilustración 14 Proceso de envasado



Ilustración 15 Análisis sensorial



Arboleda Figueroa Johao Alexander-Plagio

1%
Textos
sospechosos



< 1% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
< 1% Idiomas no reconocidos
52% Textos potencialmente generados por la IA (ignorados)

Nombre del documento: Arboleda Figueroa Johao Alexander-Plagio.docx
ID del documento: d6d764cbc190bbe1e9d44b9a1fcb6a3e2796272f
Tamaño del documento original: 703,28 kB

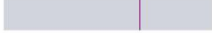
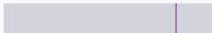
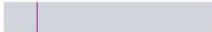
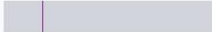
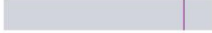
Depositante: ELIZABETH TACURI TROYA
Fecha de depósito: 11/8/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 11/8/2025

Número de palabras: 7442
Número de caracteres: 50.427

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 repositorio.uleam.edu.ec https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4647/1/ULEAM-AGRO-0162.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
2	 quees.com ¿Qué es la fermentación? - Conoce este proceso y su clasificación ... https://quees.com/fermentacion/#:-:text=El proceso de fermentación puede ser resumido en...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
3	 Bélgica Rosemary Basurto Vélez- Plagio.docx Bélgica Rosemary Basur... #4d3ecd  viene de de mi biblioteca	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)
4	 ve.scielo.org Obtención de grasas lubricantes a partir de la epoxidación del acei... https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2697-36502025000200018	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
5	 Documento de otro usuario #3f6987  viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)



BIBLIOGRAFÍAS

Agropecuarias Instituto Nacional de Investigaciones Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (s.f). Banano, plátano y otras musáceas. *INIAP*.

Aguiar, S. (2022). Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento. *Axioma Revista Científica*.

Caiza López, D., & Shiguango Grefa, J. (2025). Impacto de la agroindustria en el desarrollo económico y sostenibilidad ambiental en Ecuador. *Reciena*, 5(1), 33–42.

Castañeda-Niño et al. (2025). Extraction and characterization of starches from the pulp and peel of native plantain (*Musa* AAB Simmonds). *Polysaccharides*, 6(2), 34. doi:<https://doi.org/10.3390/polysaccharides6020034>

Castañeda-Niño, J., Ballesteros, L., & Botero-López, A. (2025). Extraction and characterization of starch from *Musa* AAB for food and fermentation applications. *Polysaccharides*, 6(2), 34.

Chen, c., Wang, z., Liu, j., & Wu, p. (2023). High-efficiency sedimentation tank modeling and evaluation. *Water*, 15(20), 3656. doi:<https://doi.org/10.3390/w15203656>

Codex Alimentarius. (2020). General principles of food hygiene: CXC 1-1969. *FAO & WHO*. Obtenido de <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>

Endress+Hauser. (2021). Turbidity measurement in the food and beverage industry: Principles and applications. *Endress+Hauser Group*. Obtenido de <https://www.endress.com/en/field-instruments-overview/turbidity-sensors>

Entonu, E., Martínez, J., & García, P. (2025). Fermentation of banana wine using *Saccharomyces cerevisiae*: Physicochemical and sensory evaluation. *Journal of Tropical Fermentation Studies*, 12, 45 - 56.

Espinoza, E., & Hidalgo, J. (2021). La agroindustria del plátano en el Ecuador: Retos y oportunidades. *Revista de Ciencias Sociales y Económicas*, 45-58.

Espinoza, J., Zambrano, P., & Vera, M. (2023). Automatización de procesos de decantación en bebidas artesanales en Ecuador. *Revista de Tecnología Alimentaria y Procesos*, 9, 45–58.

Ezemba, C., Archibong, E., & Okeke, C. (2022). Production of banana (*Musa spp.*) wine using *Saccharomyces cerevisiae* and evaluation of physicochemical parameters. *Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*, 22(2), 115 - 122.

FAO. (2020). trabajo decente en la cadena de valor del banano. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/cb1245es/cb1245es.pdf>

FAO. (2021). Aprovechamiento agroindustrial del plátano en América Latina. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.

Fernández, M., & Salazar, J. (2021). Optimización de procesos fermentativos en frutas tropicales. *Revista Latinoamericana de Tecnología Agroindustrial*, 8(2), 45 - 58.

González, L., Morales, D., & Castillo, R. (2021). Innovaciones en la producción de bebidas fermentadas a partir de plátano. *Revista de Ingeniería Agrícola*, 14(3), 102-115.

Gutiérrez, M., & Torres, A. (2021). Innovación tecnológica en procesos agroindustriales: Retos y perspectivas. *Revista Latinoamericana de Tecnología Alimentaria*, 10, 33–47.

Herazo et al. (2025). Production of biochar from plantain rachis and cassava peel towards sustainable management of Caribbean agricultural waste. *Processes*, 13(7), 2059. doi:10.3390/pr13072059

Jiménez, D., & Vargas, A. (2023). Propiedades del acero inoxidable en maquinaria alimentaria. *Ingeniería y Seguridad Alimentaria*, 5, 20–31.

Jiménez, D., & Vargas, A. (2023). Propiedades del acero inoxidable en maquinaria alimentaria. *Ingeniería y Seguridad Alimentaria*, 5, 20–31.

Kamau, S., Mwangi, L., & Otieno, K. (2024). Isolation and characterization of native yeast strains for banana wine fermentation in tropical climates. *International Journal of Agroindustrial Technology*, 9, 112–121.

Li, X., Zhang, Y., & Chen, M. (2024). Use of banana wine fermentation residues as poultry feed: Effects on meat quality. *Sustainable Agroindustry Journal*, 7, 89–97.

Loor, F., & Cedeño, K. (2022). Potencial agroindustrial del plátano en Manabí: Estudio de caso en El Carmen. *Revista Ciencia y Campo*, 22–35.

López. (2025). Estimación de la huella de carbono del banano: convencional versus orgánico. *Reciena*, 5(1).

López, A., & Torres, F. (2020). Caracterización fisicoquímica del plátano *Musa* AAB y su impacto en procesos fermentativos. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 5(1), 33-42.

Mabika, S., & Mbadinga, S. (2023). Microbiological and physicochemical variations during spontaneous fermentation of plantain must. *International Journal of Food Science*, 2023. doi:<https://doi.org/10.1155/2023/8611252>

Martínez et al. (2022). Impacto socioeconómico y ambiental de la producción bananera en Ecuador. *Revista Chilena de Economía y Sociedad*, 15(4), 102-118. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292022000400045&script=sci_arttext

Martínez, R., & Pérez, G. (2022). Sistemas de decantación para bebidas fermentadas: principios y aplicaciones. *Revista Mexicana de Biotecnología*, 11(1), 22-30.

Mendoza, L., & Chicaiza, D. (2020). Evaluación de materiales para sistemas de separación sólidos-líquidos en procesos fermentativos. *Ingeniería Agroindustrial*, 4, 15–27.

Quezada Veliz, R., Carvajal Romero, H., & Barrezueta Unda, S. (2021). Impacto económico de la producción bananera en el Ecuador en el periodo 2008-2016. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(2), 148–157.

Quintero et al. (2023). Uso de raquis de plátano (*Musa AAB*) para la producción de ensilaje como estrategia de economía circular. *Agroindustrial Research*, 6(1), 55-63. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/374993595>

Ramírez, C., Delgado, M., & Vásquez, J. (2023). Automatización en procesos de dosificación para la producción de bebidas fermentadas. *Journal of Food Engineering and Processing*, 9(4), 150-161.

Ramírez, L., Delgado, F., & Vásquez, P. (2023). Automatización de procesos en la producción de bebidas fermentadas y su impacto en la eficiencia agroindustrial. *Revista Iberoamericana de Tecnología Agroalimentaria*, 15(2), 45-58.

Romero, J., & Tapia, S. (2024). Diseño de sistemas de dosificación en pequeñas industrias agroalimentarias. *Revista Técnica de Ingeniería y Producción*, 11, 40–52.

Salazar, T., & Ortega, M. (2024). Integración de procesos en la pequeña industria alimentaria del Ecuador. *Revista Andina de Ingeniería Alimentaria*, 11, 15–29.

Serna-Jiménez et al. (2023). Exploiting waste derived from *Musa* spp. processing: Banana and plantain. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, <https://doi.org/10.1002/bbb.2475>, 1046–1067.

Serna-Jiménez, J. (2023). Biorefinery strategies for *Musa* spp. waste valorization: Circular economy approaches. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 17(1), 150–163. doi:<https://doi.org/10.1002/fsn3.3602>

Shi, Y., Zhang, T., & Liu, Y. (2023). Enzymatic treatment and clarification efficiency in banana-based fermented beverages. *Food Science and Nutrition*, 11(6), 2870–2879.

doi:<https://doi.org/10.1002/fsn3.3602>

Silva-Alvarado et al. (2023). Prospective of the circular economy in a banana agri-food chain. *Tec Empresarial*, 17(1), 34–52. doi:<https://doi.org/10.18845/te.v17i1.6475>

Sudiarta, I., Putra, A., & Wayan, M. (2025). Effect of sugar concentration and dilution ratio on banana wine quality. *International Journal of Fermentation Technology*, 112–120.

Thompson, H. (2022). Sustainable food processing systems: Tools and strategies. Academic Food Science Press.

Vargas, N., Sánchez, P., & Herrera, L. (2024). Sostenibilidad en procesos agroindustriales: reducción de residuos en la producción de bebidas fermentadas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Sostenible*, 7(1), 58-67.

Watson-Marlow. (2023). Peristaltic pumps for food & beverage applications — product and application notes. *Watson-Marlow Fluid Technology Solutions*. Obtenido de <https://www.wmfts.com/en-ca/brands/watson-marlow-peristaltic-pumps/>

Zhong, L., Chen, H., & Wu, J. (2024). Effect of pectinolytic enzyme on the clarification and aroma of banana wine. *Journal of Tropical Food Science*, 12(1), 45 - 52.