

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA



Efecto De La Temperatura Y Tiempo En El Proceso De
Obtención De Un Destilado Alcohólico De “Banano”
Orgánico De Descarte (*Musa Sapientum L.*) Variedad
Williams

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y DE BIOCOMERCIO

AUTOR

Ana Betsabé Silva Alama

ASESOR

William Nemesio Chunga Trelles

Morropón, Perú

2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 003- 2020/UCSS/FIA/DI

Siendo las 10:00 a.m. del día 29 de enero de 2020, en el Auditorio de la Universidad Católica Sedes Sapientiae de la Filial Morropón: Chulucanas, el Jurado de Tesis, integrado por:

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Mg. Alfredo Julián Sandoval Norabuena | Presidente |
| 2. Mg. Shirley Johanna León Morán | Primer Miembro |
| 3. Ing. Pedro Miguel Palacios Farfán | Segundo Miembro |
| 4. Ing. William Nemesio Chunga Trelles | Asesor |

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada: "EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO EN EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE UN DESTILADO ALCOHÓLICO DE "BANANO" ORGÁNICO DE DESCARTE (*Musa sapientum* L.) VARIEDAD WILLIAMS", que presenta la bachiller en Ingeniería Agroindustrial y de Biocomercio, la Sra. Ana Betsabé Silva Alama cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial y de Biocomercio .

Terminada la sustentación, el Jurado luego de deliberar acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **BUENA** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y DE BIOCOMERCIO.

Firmado en Chulucanas, 29 de enero de 2020.



Mg. Alfredo Julián Sandoval Norabuena
PRESIDENTE



Mg. Shirley Johanna León Morán
1° MIEMBRO



Ing. Pedro Miguel Palacios Farfán
2° MIEMBRO



Ing. William Nemesio Chunga Trelles
ASESOR

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada con mucho cariño a Dios por siempre acompañarme y guiarme por el buen camino; a mi familia, especialmente a mi madre, Mary Alama, por brindarme la confianza, oportunidad y recursos para desarrollar la investigación; a mis hermanas Ruth, Juanita y Sarai por motivarme a ser mejor persona y seguir adelante ante las adversidades; y a los amigos que me apoyaron en el transcurso de esta investigación y con los cuales compartí diversas anécdotas y buenos momentos.

Ana Betsabé Silva Alama

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme vivir, disfrutar de cada día y darme la sabiduría y entendimiento para cumplir con una de las metas trazadas en mi vida.

Agradezco a mis padres por la formación que me brindaron, la cual me ha convertido en la persona que soy; por el apoyo, los consejos y las palabras de aliento que me motivaron a no rendirme y seguir adelante.

Gracias monseñor Daniel Thomas Turley Murphy, por cumplir el principal sueño de cada joven: conseguir una carrera profesional.

Agradezco a cada uno de los profesores que participaron y aportaron con sus conocimientos en mi formación profesional.

Al Ing. William Chunga por su apoyo en el proceso de la tesis, con las aclaraciones pertinentes frente a cada duda y la enseñanza sobre el tema.

Para finalizar, agradezco a todas mis amigas que estuvieron apoyándome, motivándome y acompañándome en el desarrollo de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

ACTA DE SUSTENTACIÓN	iv
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE APÉNDICES	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	7
1.1. ANTECEDENTES	7
1.2. BASES TEÓRICAS ESPECIALIZADAS	30
1.2.1. El banano	30
1.2.2. Generalidades	30
1.2.3. Origen del banano.....	31
1.2.4. Descripción de la planta y del fruto.....	31
1.2.5. Variedades de banano.....	33
1.2.6. Diferencia entre banano y plátano	34
1.2.7. Origen y descripción de la variedad Williams.....	35
1.2.8. Valor nutricional.....	35
1.2.9. Usos del banano.....	36
1.2.10. Índice de cosecha	37
1.2.11. Índice de calidad	37
1.2.12. Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> Hansen).....	37
1.2.13. Fermentación.....	38
1.2.14. Fermentación alcohólica	39

1.2.15.	Destilación	39
1.2.16.	Destilación simple.....	40
1.2.17.	Tecnología de las bebidas alcohólicas destiladas	40
1.	Bebida alcohólica destilada	40
2.	Tipos de bebidas destiladas	41
2.1.	Bebidas alcohólicas destiladas simples.....	41
2.2.	Bebidas alcohólicas destiladas compuestas	43
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS		26
2.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	26
2.2.	MUESTRA DEL ESTUDIO.....	27
2.3.	MATERIALES	27
2.4.	MÉTODO	29
2.4.1.	Recepción.....	31
2.4.2.	Lavado y Desinfección.....	31
2.4.3.	Pelado	31
2.4.4.	Acondicionamiento de la materia prima	31
1.	Determinación de °Bx	32
2.	Determinación de pH.....	32
3.	Determinación de acidez titulable	32
2.4.5.	Liculado.....	33
2.4.6.	Corrección del mosto	33
2.4.7.	Activación e inoculación de la levadura	34
2.4.8.	Fermentación.....	35
2.4.9.	Filtrado	35
2.4.10.	Corte de fermentación	35
2.4.11.	Destilación.....	35
2.4.12.	Envasado	36
2.4.13.	Almacenamiento.....	36
2.5.	DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN	36
2.6.	EVALUACIÓN SENSORIAL	38
2.7.	DISEÑO DE BLOQUES COMPLETAMENTE ALEATORIZADOS	38
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES		40
3.1.	RESULTADOS.....	40
3.1.1.	Análisis de la materia prima banano	40

3.1.2. Rendimiento de la bebida destilada a partir de banano orgánico de descarte	41
3.1.3. Análisis sensorial de la bebida alcohólica destilada a partir de banano orgánico de descarte: análisis de varianza, estadísticos descriptivos, análisis post hoc y prueba de Tukey.....	42
1. Color	42
2. Olor.....	43
3. Sabor.....	43
4. Aspecto general	47
5. Intención de compra	48
3.1.4. Análisis fisicoquímico.....	51
3.2. DISCUSIONES.....	52
3.2.1. Características fisicoquímicas del banano.....	52
3.2.2. Rendimiento de la bebida destilada.....	52
3.2.3. Factor tiempo y temperatura con respecto a los atributos del análisis sensorial	53
3.2.4. Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento	55
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES	56
CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
TERMINOLOGÍA	63
APÉNDICES	65

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación de especies de banano.....	34
Tabla 2. Valor nutricional del banano	36
Tabla 3. Tipos de fermentación	39
Tabla 4. Descripción de los tratamientos experimentales	37
Tabla 5. Identificación de variables.....	37
Tabla 6. Matriz para la codificación de las muestras	39
Tabla 7. Propiedades fisicoquímica del banano	41
Tabla 8. Rendimiento de la bebida destilada.....	41
Tabla 9. Análisis de varianza para la aceptación del color.....	43
Tabla 10. Análisis de varianza para la aceptación del olor	43
Tabla 11. Análisis de varianza para la aceptación del sabor	44
Tabla 12. Análisis estadístico descriptivo de los tratamientos con relación al sabor.....	44
Tabla 13. Análisis post hoc de tukey para el sabor	45
Tabla 14. Subconjuntos homogéneos con respecto al sabor de la bebida destilada	47
Tabla 15. Análisis de varianza para el aspecto general del producto terminado.....	48
Tabla 16. Análisis de varianza para la intención de compra	48
Tabla 17. Análisis estadístico descriptivo en relación a la intención de compra.....	56
Tabla 18. Análisis post hoc de tukey para la intención de compra	50
Tabla 19. Subconjuntos homogéneos con respecto a la intención de compra.....	51
Tabla 20. Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Planta de banano y sus partes.....	31
Figura 2. Micrografía electrónica de barrido de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	38
Figura 3. Mapa de Chulucanas	26
Figura 4. Diagrama de proceso para la obtención de un destilado alcohólico de “banano” orgánico de descarte (<i>Musa sapientum</i> L.) variedad Williams.	30
Figura 5. Rendimiento de la bebida destilada por tratamiento.	42
Figura 6. Medias con respecto al sabor de la bebida destilada.....	47
Figura 7. Medias de la intención de compra de la bebida destilada.	51

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Fotografías del proceso de obtención del destilado alcohólico de banano.....	65
Apéndice 2. Fotografías de los análisis de °Bx, pH y acidez titulable de la materia prima...	69
Apéndice 3. Promedios de los °Bx, pH y acidez titulable de la materia prima (banano)....	71
Apéndice 4. Comportamiento de los °Bx en el proceso de fermentación.	72
Apéndice 5. Tabla y gráfica del comportamiento del pH en el proceso de fermentación...	73
Apéndice 6. Fotografías del análisis fisicoquímico de la bebida destilada	74
Apéndice 7. °Bx, pH, acidez titulable y grado alcohólico de la bebida destilada	76
Apéndice 8. Cálculo de rendimiento del destilado con respecto a la materia prima.....	77
Apéndice 9. Ficha de evaluación sensorial para la bebida destilada alcohólica de banano orgánico	84
Apéndice 10. Fotografías de la evaluación sensorial aplicada a los alumnos de la Universidad Católica Sedes Sapientiae.....	86
Apéndice 11. Matriz de los resultados del análisis sensorial	88
Apéndice 12. Ficha técnica de <i>saccharomyces cerevisae</i>	91
Apéndice 13. Norma Técnica Peruana. Requisitos físicos y químicos del ron.....	93

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Chulucanas, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el cual tuvo como objetivo general estudiar el efecto de la temperatura y tiempo en el proceso de obtención de un destilado alcohólico de “banano” orgánico de descarte (*Musa sapientum* L.) variedad Williams, así como evaluar la aceptabilidad organoléptica del destilado mediante un análisis sensorial con escala hedónica. Para la ejecución de este estudio, se utilizó el banano orgánico de descarte procedente de la parcela del Ing. Jorge Cruz ubicada en Chapica Campanas.

Los factores evaluados fueron los siguientes: el factor A (con una temperatura de 90 °C y 95 °C) y el factor B (con un tiempo de 15, 20 y 25 min). Estos se estudiaron en la destilación de la bebida fermentada de banano orgánico de descarte con un arreglo factorial de A x B, dando como resultado seis tratamientos de los cuales se evaluó un porcentaje determinado del rendimiento y los grados de alcohol presente en cada una de las bebidas destiladas.

Las variables a estudiar fueron los atributos de color, olor, sabor, aspecto general e intención de compra. Los resultados obtenidos fueron analizados en el programa estadístico SPSS, utilizando el análisis de varianza, análisis descriptivo, post hoc Tukey, con un 5 % de error en el nivel de significancia. Se logró determinar que, mediante una evaluación sensorial, con una escala hedónica de 1 - 9 puntos, el tratamiento 4 fue el mejor con un nivel de escala de “me gustó moderadamente” y con las características fisicoquímicas de 17.2 °Bx, 2.77 de pH, 55 grados de alcohol y un porcentaje de acidez de 0.13.

Palabras clave: *Musa sapientum* L., bebida fermentada, análisis sensorial, destilación.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the city of Chulucanas, in the Sedes Sapientiae Catholic University, which had as a general objective, the effect of temperature and time in the process of obtaining an alcoholic distilled organic discarded “banana” (*Musa sapientum L.*) Varieties Williams to evaluate the organic acceptability by means of the sensory analysis with the hedonic scale. For the execution of this study, organic bananas are applied to unload the plot of engineer Jorge Cruz located in Chapica Campanas.

The factors evaluated were: Factor A (temperature 90 °C and 95 °C) and Factor B (time 15 min, 20 min and 25 min). These are studied in the distillation of fermented banana organic waste, with a Factorial arrangement of A x B, resulting in six treatments, from which the yield and the degrees of alcohol present in each of the distilled beverages are evaluated.

The variables to study were the attributes of color, smell, taste, general appearance and purchase intention. The results were described in the SPSS program, using the variance analysis, descriptive analysis, Tukey post hoc, with a 5 % error in the level of significance. It has been determined that, through of a sensory evaluation with a hedonic scaling (1 - 9 points), the treatment 4 was the best with a scale level of “I liked moderately” and, with its physicochemical characteristics 17.2 °Bx, 2.77 pH, 55 degrees of alcohol and a percentage of acidity of 0.13.

Key words: *Musa sapientum L.*, fermented drink, sensory analysis, distillation.

INTRODUCCIÓN

Según el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI] (2003), a través de la Norma Técnica Peruana 210.019 menciona que la bebida alcohólica destilada es el resultado de un proceso de destilación de un producto fermentado. La fermentación alcohólica se da en la materia orgánica, la cual sufre un proceso catabólico, biológico en ausencia de oxígeno haciendo que sus azúcares se conviertan en etanol; si este producto no pasa por una destilación total, este comprenderá componentes secundarios obtenidos de la fermentación.

En 1998, el Ministerio de Agricultura y la Red Internacional para el mejoramiento del banano y el plátano (International Network for the Improvement of Banana and Plantain, INIBAP) llevaron a cabo una alianza que promocio la exportación de fruta orgánica certificada, siendo el comienzo de la producción de banano orgánico en el Perú, iniciando en Tumbes y Piura. En el año 2000, a causa del trabajo antes dicho y teniendo en cuenta la sostenibilidad ambiental reciben una certificación para 2,010 ha. (Galantini, Romero, Urrego y Castro, 2014)

Actualmente, Perú cuenta aproximadamente con 6,500 ha. certificadas para el cultivo de banano orgánico. Piura, ocupa el primer lugar en producción y exportación de este producto, consecutivamente el departamento de Tumbes y La Libertad. De la misma manera, el incremento de este fruto accede a considerar al país, en poco tiempo, en uno de los principales exportadores de banano orgánico a nivel mundial. Se ha observado que la producción de plátano y banano en el Perú es muy próxima al rendimiento mundial, teniendo en el año 2012 una diferencia de 3.7 % (Galantini et al.,2014).

El cultivo de banano se da a lo largo de todo el año; siendo febrero y mayo los meses de mayor producción, con una baja entre agosto y noviembre. La producción y exportación de este cultivo aumento en un 22%, durante estos cinco años; logrando en el 2015 los US\$ 144 millones, a un precio promedio de US\$ 0.76 por kg. El principal país comprador de esta fruta es EE. UU; sucesivamente, Holanda y Alemania (Galantini et al, 2014).

En Piura, una de las principales zonas de producción, el banano solo se limita a ser consumido como fruta fresca, pese a tener una diversidad de usos a partir de la transformación agroindustrial. El problema de no transformarlo en algún subproducto industrial se debe a la ausencia de tecnologías y conocimientos necesarios. Este proceso requiere de un diseño estricto en donde se indiquen los parámetros exactos (temperatura, tiempo, pH, °Bx, etc.), y la consideración de ciertas normas y estándares de calidad que permitan obtener productos satisfactorios para el consumo humano.

Para la elaboración de un subproducto como la bebida destilada, se necesita determinar la temperatura y tiempo que debe destilarse el fermento de banano para obtener una concentración de grados de alcohol conveniente. Hasta la fecha, no existe literatura científica que se especifique en esos valores y este tipo de producto. Por ello, esta investigación evalúa diferentes temperaturas y tiempos con la finalidad de conseguir la más adecuada elaboración de bebida de banano y, de esa manera, contribuir con su industrialización.

Para obtener una bebida destilada de banano se necesita de un proceso industrial y este es un producto de la industria alimentaria. Por ello, mediante la industrialización, se beneficiarían las empresas agroindustriales, ya que crearían un nuevo producto que les generaría un mayor ingreso. Por otro lado, los pequeños productores también se favorecerían porque instaurarían nuevas fuentes de trabajo. Esto conllevaría a tener una productividad mayor en la siembra de banano en la región.

Hasta la fecha, no se han realizado investigaciones sobre el destilado con la materia prima del banano en la región de Piura. En ese sentido, este estudio pretende aportar datos reales con respecto a la temperatura y tiempo de destilación. La finalidad de la investigación es obtener una bebida destilada a una concentración de grados de alcohol óptimos, generando información relevante para el desarrollo de nuevas investigaciones.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Estudiar el efecto de la temperatura y tiempo en el proceso de obtención de un destilado alcohólico de “banano” orgánico de descarte (*Musa sapientum* L.) variedad Williams.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las variables: temperatura y tiempo requeridas, en el proceso de destilación que permite obtener la mayor concentración de grados de alcohol en un destilado.
- Diseñar el diagrama de flujo del proceso para la obtención de una bebida destilada a partir del banano variedad Williams.
- Evaluar el ° Bx, el pH en el fermento.
- Evaluar el °Bx, el pH, porcentaje de acidez titulable y los grados de alcohol del tratamiento con mayor aceptación del producto destilado.
- Determinar el rendimiento del destilado con respecto a la materia prima.
- Evaluar la aceptabilidad organoléptica del destilado mediante un análisis sensorial con escala hedónica.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

Valdés, Castaño y Arias (2002), realizaron un estudio sobre la viabilidad del uso de plátano maduro para producir una bebida alcohólica, se empleó como materia prima la pulpa (P) y la pulpa con cáscara (P+C), la unidad experimental fue de 700 ml. Para el proceso de extracción se realizaron dos fases: 1) La hidrólisis enzimática del almidón, donde los factores fueron la temperatura (75, 60 y 29 °C) y el tiempo de hidrólisis (1,2,4 y 8 h) a un pH de 4.3, empleando la enzima AMYLASE AG 200/300 L, y la variable respuesta fue los azúcares reductores totales (ART). 2) La fermentación, siendo los factores de estudio la concentración de levadura *Saccharomyces cerevisiae* Hansen (5, 2.5 y 10% p/v) y el tiempo de fermentación (5, 8, 10, 12, 14, 15, 17, 19 y 20 h), a 32°C y 4.3 de pH, la variable respuesta fue la concentración de alcohol.

Para adquirir la bebida alcohólica de plátano se llevaron a cabo dos tratamientos durante el proceso de fermentación: la agitación mecánica a 100 rpm y el embotellamiento con una salida de gas. El factor que se evaluó fue el tiempo (15, 24, 36 y 38 h), siendo la variable respuesta el rendimiento de la producción de etanol. Al obtener el mejor tratamiento se establecieron los sólidos solubles, en concentraciones de 11.4 y 11.7 °Bx; 20 y 20.6 °Bx; durante 15, 24, 36 y 48 h. Posteriormente se estimó la concentración de levadura (p/v) a 5, 2.5 y 7.5 %. El diseño estadístico utilizado durante la investigación fue el análisis de varianza, y la diferencia de promedios al nivel del 5% (Valdés et al., 2002).

Los resultados de la investigación fueron: no se observó aumento de los ART al finalizar el proceso de hidrólisis. Se eligió la concentración de 2.5 % p/v de levadura, a 17 h para P y 5 horas para P+C. El mejor tratamiento para obtener la bebida alcohólica fue la agitación mecánica, con 20 °Bx. En cuanto a la concentración de levadura no tubo

significancia en el proceso, y se escogió la menor (2.5% p/v). Así, se llegó a la conclusión que existe la factibilidad de producir etanol a base de banano y un aperitivo no vínico (Valdés *et al.*, 2002).

Monsalve, Medina y Ruiz (2006) realizaron un estudio en la fermentación de jarabe azucarado a través de la evaluación de la hidrólisis ácida de yuca y cáscara de banano, y mediante ello precisar un adecuado medio para los microorganismos *Saccharomyces cerevisiae* y *Zymomonas mobilis*. Los factores en estudio fueron las concentraciones de almidón en la yuca (170, 180 y 200 g/L) y el tiempo (1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 horas); para la hidrólisis utilizaron ácido sulfúrico (50 ml) para manejar el pH, a 125 °C y 15 psi por 15 minutos, la unidad experimental fue de 10 g de cáscara de banano.

Como resultado de la hidrólisis, los azúcares reductores encontrados fueron a 20, 40 y 60 g/L en el jarabe de yuca; y 20 g/L en el jarabe de banano. Este medio fue complementado con fosfato monopotásico (KH₂PO₄), sulfato de amonio ((NH₄)₂SO₄), extracto de levadura y sulfato de magnesio (MgSO₄.7H₂O) como medio de fermentación. La fermentación fue realizada en Erlenmeyer de 250 ml con 72 horas para la *Z. Mobilis* y 5 horas para *Sacharomyces cerevisiae* (Monsalve *et al.*, 2006).

El diseño estadístico fue un experimento completamente al azar. Las variables estudiadas fueron la concentración de azúcares reductores y concentración de etanol. Al evaluar estas dos variables, los resultados fueron que mediante la hidrólisis alcanzaron 20 g/L de jarabe de plátano; y 170 g/L de almidón de yuca, a un pH 0.8 en 5 horas, lo cual logró una conversión completa de los azúcares reductores. Llevaron a cabo la fermentación con la levadura *Sacharomyces cerevisae* fijando una concentración de etanol de 7.92 ± 0.31 %. Los medios fermentados con *Z. Mobilis* no presentaron una producción considerable de etanol (menor de 0.1 g/L). Concluyeron que para la producción de etanol la yuca y la cáscara de banano son fuentes potenciales (Monsalve *et al.*, 2006).

Zapata y Peláez (2010) realizaron un estudio que tuvo por objetivo elaborar alcohol a partir de la cáscara y pulpa de banano de rechazo utilizando células inmovilizadas en alginato de sodio. El mosto de banano fue procesado por las operaciones de molienda y filtración en agua caliente (60 °C) para la extracción de azúcares fermentables. Asimismo, los tratamientos fueron las fermentaciones en batch con células libres e inmovilizadas (*Saccharomyces cerevisiae*) en un medio de fermentación común, sacarosa (100g), KH_2PO_4 (2 g), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (3 g), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (1 g), extracto de levadura (4 g), peptona (3.6 g) y mosto de banano. Las variables estudiadas fueron peso seco, °Bx y etanol. Adicionalmente, establecieron la viabilidad y vitalidad de las células. Obtuvieron como resultado 6 g/L más de etanol en las fermentaciones realizadas con mosto de banano: el rendimiento fue 0.3 etanol/g sustrato para el medio patrón, con una productividad de 1.96 g/Lh y 0.48 etanol/g sustrato para el jugo de banano con 2.41 g/Lh, de productividad.

Los datos resultaron manifestando la insignificancia del jugo de banano con respecto a la vitalidad y viabilidad celular, debido a que los dos sustratos utilizados tendían la misma conducta. Las fermentaciones con mosto de banano obtuvieron un incremento del 31 % en la producción de etanol en las primeras 14 horas de fermentación. Esto indicó que pasó de células libres a células inmovilizadas, con 33.78 g/L de alcohol a 44.18 g/L de alcohol, respectivamente (Zapata y Peláez, 2010).

Espinoza (2013) efectuó un estudio que tuvo por objetivo obtener alcohol del residuo de banano con la ayuda de tres tipos de hidrólisis (alcalina, enzimática y fermentativa). En la primera los factores fueron la concentración de NaOH (1.5, 2 y 2.5 mol/L) y la temperatura (50, 70 y 90 °C), para comenzar la exposición y el libre acceso a la celulosa. En la segunda usaron enzimas celulasas, con tres concentraciones (1.5, 2 y 3 % peso/% peso) y a tres pH (5, 5.5 y 6). En la tercera, los azúcares reductores adquiridos fermentaron con la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, con el fin de obtener alcohol etílico.

En el experimento consideraron un sistema factorial de 3 x 3 x 3 x 3 que equivalieron a 81 muestras que fueron desarrolladas mediante el análisis estadístico ANOVA y prueba F. Las variables medidas fueron porcentaje de azúcares reductores, porcentaje de lignina en el

sustrato previo y posterior la hidrólisis alcalina y rendimiento de etanol. Los datos obtenidos señalaron que a una concentración de 2 mol/L NaOH utilizado a 50 °C fueron las condiciones óptimas para la deslignificación; con la obtención del 38.68 % de celulosa y 4.8 % de lignina (Espinoza, 2013).

El estudio concluyó que el mejor tratamiento fue 2 % p/p de concentración de enzimas y a un pH de 5, que tuvo como rendimiento promedio de azúcares reductores de 15.54 % y como rendimiento de etanol del 39.36 %. Con respecto a la hidrólisis enzimática, los datos fueron alterados debido a que era diferente sustrato, con el que trabajaron. Al realizar el análisis ANOVA en la hidrólisis enzimática, llegaron a la conclusión que el pH presenta mayor incidencia en el proceso, indicando el comportamiento óptimo o la inhibición de la enzima (Espinoza, 2013).

Girón y Funes (2013) estudiaron la producción de alcohol etílico mediante la fermentación alcohólica de las cáscaras de *Musa paradisiaca* L. Para ello, utilizaron como microorganismo reproductor la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, y tuvo como objetivo determinar los °Bx y el grado alcohólico del fermento. Además, pretendieron realizar un cálculo de balance de materia para el producto obtenido.

Los ensayos fueron dos, cada uno con una muestra de 800 g de cáscaras de plátano con dos litros de agua desmineralizada y 1.0 g del inóculo de levadura en concentración de 3.0×10^8 UFC/g. La muestra fue colocada en un beaker de 5 L, cada ensayo en tiempos de fermentación de 0, 24, 48 y 72 horas. Las variables medidas fueron: pH, °Bx, Biomasa (peso seco) y grado alcohólico, dando una lectura de 10° Gay Lussac. A las muestras obtenidas de la destilación les realizaron pruebas químicas de identificación de alcoholes, oxidación con dicromato de potasio y permanganato de potasio, la prueba de reactivo de Lucas y la espectrofotometría infrarroja; la cual indicó la existencia de alcohol etílico. Asimismo, en 24 horas cuantificó el rendimiento del producto de la destilación, siendo este 3.46 % (Girón y Funes, 2013).

Los resultados principales del estudio fueron los siguientes: el pH promedio para el crecimiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* fue de 4.52, el °Bx promedio fue de

15, resultando 10° Gay Lussac de alcohol, debido que en 10 y 18 °Bx la producción de alcohol fue muy favorable. Finalizando el estudio con la opción de producir etanol inspeccionando que se mantuviera a 144 g/L de biomasa en 24 horas de fermentación (Girón y Funes, 2013).

Espinoza (2015) hizo una investigación que tuvo como fin extraer alcohol etílico del almidón de banano (variedad Cavendish gigante) y determinar la actividad enzimática de tres tipos de enzimas (Termamyl, Optitherma y glucoamilasa) y el grado alcohólico del fermento obtenido. Consideraron dos factores: concentración de sustrato (10, 15 y 20 %) y concentración del inóculo (0.2, 0.4 y 0.6 g/L). El diseño estadístico fue un experimento completamente al azar con nueve tratamientos donde cada uno tuvo tres repeticiones, obteniendo un total de 27 hidrolizados de almidón de banano. Las variables evaluadas fueron el tiempo del proceso de la hidrólisis junto a la enzima y cantidad de almidón de banano en la etapa de suspensión. Los factores de estudio fueron grados alcohólicos, °Bx y pH.

Para la elaboración de alcohol etílico primero obtuvieron 3.1 % de almidón de banano verde, para después someterlo a la hidrólisis con las enzimas (alfa amilasa y la glucoamilasa) y así poder convertirlo en glucosa; y finalizando en la tercera etapa dieron origen a la fermentación durante 30 días. Vale señalar que, todos los tratamientos permanecieron en fermentación en un mismo tiempo, con el fin de observar la diferencia de porcentajes de almidón y tiempo de la hidrólisis (Espinoza, 2015).

Según el resultado del análisis estadístico, indicaron que la hidrólisis enzimática fue iniciada a una concentración de 13.42 % de almidón, a un tiempo de retención hídrica de 90 min necesario para que lograra hidrolizar todo el almidón que fue encontrado presente en la solución a glucosa. En las tres fases lograron observar una diferencia significativa ($p < 0.05$) en la elaboración de glucosa utilizando los tres tipos de enzimas. Alcanzando un 13.1 % en la producción de la glucosa, fue la enzima Glucoamilasa y, al principio de la fermentación alcohólica, los valores de la concentración de azúcar (°Bx) disminuyeron, señalando el proceso de bioconversión de glucosa a etanol. En las muestras obtenidas observaron la existencia de la diferencia significativa ($p < 0.05$) en la producción de glucosa. Siendo, la muestra con mayor cantidad de alcohol (7.11 °GL) la hidrolizada con Glucoamilasa. Por

tanto, el estudio manifestó la posibilidad de obtener etanol a partir de la hidrólisis enzimática del almidón a glucosa (Espinoza, 2015).

Mitis (2015) efectuó un estudio para valorar el proceso de obtención de alcohol a partir de “piña” (*Ananas comosus* (L.) Merr.), “naranja” (*Citrus reticulata* Blanco) y “banano” (*Musa paradisiaca*) de segunda clase. En el cual, definieron como factores: A, la fruta (piña, naranja y banano); B, los °Bx (21 y 18); y C, concentración de jugo (100 % y 50 %). Dando un total de 12 tratamientos.

El diseño experimental estuvo constituido por el diseño de bloques completamente al azar, con arreglo factorial 3 x 2 x 2. Las variables estudiadas fueron pH, acidez, °Bx y grado alcohólico. Calculando las medias y desviaciones estándar de los tratamientos aplicando ADEVA (Análisis de varianza) con un nivel de significancia de 0.05 % y la prueba de Tukey para comparación de medias utilizando el Statgraphics. De esa forma, observaron diferencias significativas, señalando al Factor A, como el mejor con 43 g/L grados de alcohol y un rendimiento de 10.94 %, a comparación con los demás factores, resultando como la mejor materia prima el producto de la piña (Mitis, 2015).

1.2. BASES TEÓRICAS ESPECIALIZADAS

1.2.1. El banano

Este fruto es producido por completo en las zonas tropicales, siendo uno de los más consumidos a nivel mundial, generando un valor elemental para la economía de países en vías de desarrollo. En cuanto al valor total de producción, este cultivo ocupa el cuarto lugar internacionalmente, sucesivamente del “arroz” (*Oryza sativa* L.), el “trigo” (*Triticum* L.) y el “maíz” (*Zea mays* L.) (Galantini *et al.*, 2014)

1.2.2. Generalidades

El banano es una planta herbácea, con cormos carnosos que originan en la parte aérea pseudotallos, los cuales forman yemas laterales. El tejido foliar comprende una separación

helicoidal y su base rodean el cormo formando el pseudotallo, en el centro de este se desarrolla la inflorescencia hasta tocar la superficie (Soto, 2008, citado por Torres, 2012).

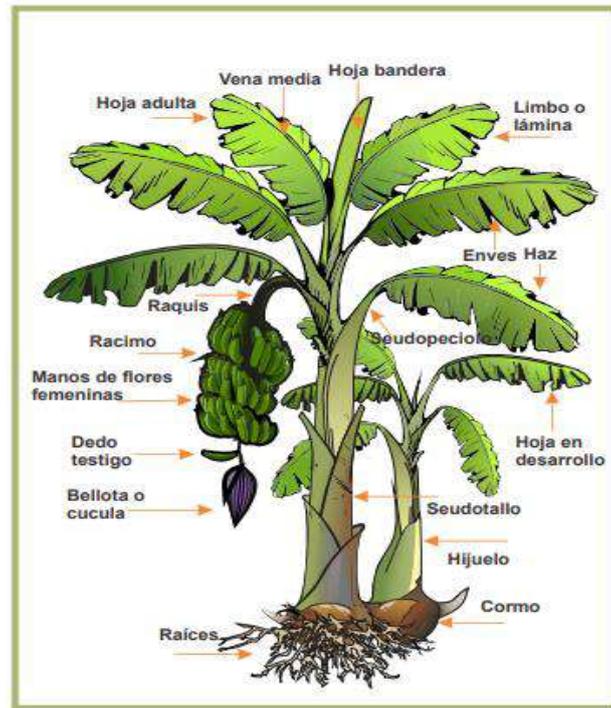


Figura 1. Planta de banano y sus partes.

Fuente: Torres (2012).

1.2.3. Origen del banano

El origen del banano no es preciso, debido a que existen muchos relatos; uno de ellos indica que es la primera fruta sobre la Tierra, lo que constata su antigüedad. Esta fruta se origina en la selva de Malasia, Filipinas e Indonesia, al Sudeste de Asia, zonas que actualmente siguen produciendo banano. Se especula que el nombre banano nace del vocablo árabe que significa “dedo” ya que fueron ellos quienes trasladaron esta fruta a África en la Edad Media (Guzmán, 2014).

Así mismo, portugueses trasladaron este cultivo hacia las Islas Canarias, donde junto con españoles comenzaron su producción en el Nuevo Mundo. En el año 1516, en Santo Domingo se originó la propagación del banano llevándolo hacia el Caribe y América Latina, abriendo mercado al finalizar el siglo XIX. Gracias a la llegada de los sistemas de transporte,

el banano llegó a fijarse como el fruto fundamental de exportación; siendo EE. UU y Europa los principales países compradores (Guzmán, 2014).

1.2.4. Descripción de la planta y del fruto

Es una planta herbácea perenne, pues tras dar el fruto sus partes aéreas mueren, éstas son reemplazadas por los nuevos hijuelos que crecen desde su base. Las plantas de banano más altas son de la serie Cavendish pueden llegar a alcanzar casi hasta 8 m de altura, 4.23 m hasta el cuello de la planta y 3.77 m de longitud del limbo (Solis, 2007).

- Tallo: El auténtico tallo de la planta es un órgano subterráneo que sólo sobresale del suelo en la época de floración. Se trata de un significativo órgano de almacenamiento, formado por un cilindro central rodeado de un cortex protector del que emergen las raíces, hojas, flores y los retoños (hijos) que continuarán la vida de la planta (Solis, 2007).
- Raíces: Las raíces principales emergen de la superficie externa del cilindro central, son gruesas y carnosas y se ramifican lateralmente, los pelos absorbentes son los responsables de la succión del agua y nutrientes, la mayoría estudian el suelo a una profundidad de 20-30 cm y en un radio de 2-3 m bajo la mayor parte de las condiciones de suelos. La emisión de raíces es continua durante el periodo vegetativo, finalizando en la floración (Solis, 2007).
- Hojas: El meristemo situado en el ápice de la cabeza, determina desde muy joven la producción de hojas que poseen, una parte de la base bien desarrollada, la vaina foliar. Sucesivamente aparecen hojas cuya vida media varía entre 100 y 200 días siguiendo un dispositivo helicoidal. Estas hojas primero tienen forma de escamas (sin limbo desarrollado), luego son lanceoladas (limbo estrecho), y al final son hojas normales (con limbo bien desarrollado), cada vez con mayor longitud de limbo y también anchura durante gran parte del periodo vegetativo (Solis, 2007).

- Inflorescencia: La planta inicia su floración entre el octavo y noveno mes después de la plantación. La inflorescencia es bastante compleja; a lo largo del eje se hallan dispuestas en hélice (Solis, 2007).
- Frutos: El extremo apical de los frutos apunta primero hacia el suelo, pero estos se regresan rápidamente tomando su posición definitiva con el ápice hacia arriba. Son necesarios varios meses (de 3-10 desde su emergencia) para que el racimo alcance el estado de corte. El tamaño del racimo es variable, pero en los cultivares comerciales (tipos enanos y semienanos del grupo Cavendish) sólo sobrepasa los 45 kg (o los 200 g por fruto) (Solis, 2007).

1.2.5. Variedades de banano

Según Guzmán (2014), existen más de 1000 variedades de banano, divididos en 50 grupos, en el mundo. La variedad más conocida de banano es la Cavendish, que se utiliza para exportación. En el año 1753 el científico Carl Von Linneo clasificó taxonómicamente a la *Musa paradisiaca* como una combinación de dos tipos de especie de musa: *Musa acuminata* Colla x *Musa balbisiana* Colla = *Musa paradisiaca* “plátano” = *Musa sapientum* “banano” (Vergara, 2010).

A continuación, en la Tabla 1, se presentan algunas de las variedades de banano más representativas, según su grupo, subgrupo, clones y otros nombres comunes.

Tabla 1

Clasificación de especies de “banano”

ESPECIE	GRUPO	SUBGRUPO	CLONES	OTROS NOMBRES
<i>Musa acuminata</i>	Diploide AA	Sucrier	Baby banana	Lady’s finger
		Gross michel	Gross michel	Orito
	Triploide AAA	Cavendish	Gran naine	Gran enano
			Dwarf cavendich	Cavendish
			Valery	Robusta
			Lacatan	Filipino
			Williams	
			Rojo y Rojo-verde	Morado
			French plantain	Dominico
			Horn plantain	Barragente
<i>Musa balbisiana</i>	Triploide AAB	Plantain	Dominico harton	
			Maqueño	
			Manzano	
	Triploide ABC	Plantain	Limeño	
			Cuatrofilios	
			Pelipita	
Tetraploides AAAB		FHIA 4		
		FHIA 21		

Fuente: Pro ecuador (2013), citado por Guzmán (2014).

1.2.6. Diferencia entre banano y plátano

El plátano y el banano tienen un aspecto parecido que a simple vista es muy difícil de diferenciarlos especialmente por las personas que son poco familiarizadas con estos productos, ya que podrían confundir a un banano bastante grande con un plátano; y esto se debe a que la diferencia entre estos es muy sutil. La principal diferencia que existe entre el plátano y banano es su contenido de humedad, presentando en el banano un 83 % y en el plátano un 63 % de este. Generando la hidrólisis, un proceso en donde los almidones

presentes en la fruta se convierten en azúcares, dándose con mayor rapidez en las frutas que contienen mayor cantidad de humedad. El plátano se puede comer de dos formas: frito o asado, pero no se puede comer crudo, a diferencia del banano que, si se puede comer de esa manera, ya que es una fruta (Cárdenas, 2009)

1.2.7. Origen y descripción de la variedad Williams

Por las características del cultivo, la variedad Williams manifiesta una alta producción y calidad en el fruto. Además, la fisonomía del cultivo se presenta como una planta semienana de pseudotallo vigoroso y con un amplio sistema radicular que le da mayor resistencia al volcamiento por la fuerza del viento. Sobresale, también, la resistencia que tiene frente a situaciones extremas (clima, suelo y agua); sin embargo, presenta dificultad frente a dos plagas principales, como lo son la sigatoka negra y nemátodos (Cuellar y Morales, 2005).

La importación de esta variedad inicio en 1968, en el Oeste de Australia, la cual se puso en cuarentena. En 1974, se realizó un experimento en Bugershall (África), donde la plantación fue liberada en 1997, en la fase de crecimiento. Desde ese momento, la aceptación de la variedad Williams fue creciendo (Cuellar y Morales, 2005).

Esta variedad del banano es la segunda en importancia de exportación, después del Gran enano. El Williams, tiene un pseudotallo aproximadamente de 3.5 a 4.0 metros, su tejido foliar está ligeramente en posición vertical. A comparación con el Gran Enano: tiene un menor potencial fotosintético, posee cierta resistencia para enfermedades foliares, su racimo es más cónico (por lo que su poda es más precisa) y tiene una gran adaptabilidad (Cuellar y Morales, 2005).

1.2.8. Valor nutricional

En la Tabla 2 se observa que el banano presenta menos contenido de azúcares a comparación del plátano, mostrando a la misma vez que el banano tiene una mayor

concentración de agua. En ambos productos el contenido de grasas es casi nula. Ambos contienen minerales, entre los cuales está el hierro, potasio y calcio.

Tabla 2

Valor nutricional del banano y del plátano

RACIÓN 1 BANANO (aprox. 100 g)		
	Banano	Plátano
Agua	74.2 g	65.28 g
Energía	92 Kcal	122 Kcal
Grasa	0.48 g	0.37 g
Proteína	1.03 g	1.3 g
Hidratos de carbono	23.43 g	31.89 g
Potasio	396 mg	499 mg
Hierro	0.31 mg	0.6 g
Sodio	1 mg	4 mg
Calcio	6 mg	3 mg
Vitamina C	9.1 mg	18.4 mg

Fuente: Galantini, Romero, Urrego y Castro (2014).

1.2.9. Usos del banano

Debido a que el banano es una fruta completa, se la utiliza para los siguientes fines:

- Producción de licores.
- Producción de alimentos para niños.
- Fruta deshidratada.
- Chips.
- Industria farmacéutica.
- Elaboración de alcohol para uso como combustible.
- Producción de harina de banano verde.
- Elaboración de alimento para cerdos y aves de corral.

1.2.10. Índice de cosecha

El banano por ser una fruta climatérica se separa de la planta en un estado verde-maduro (cáscara completamente verde, pero fisiológicamente en un estado de maduración). Posteriormente, una vez que se entrega la fruta a los mercados de destino, estos se encargan de aplicarles un tratamiento que sirve para inducir su maduración, y esto se debe a que, si las frutas se maduran totalmente en la planta, presentan un aspecto muy pobre y el fruto se abre a menudo (Kader, 2012).

1.2.11. Índice de calidad

Para que se comercialice esta fruta (banano) debe cumplir con ciertas características: tiene que alcanzar su completa madurez fisiológica (mientras más maduro se encuentre fisiológicamente, mejor calidad tomaría en su madurez de consumo), no deben existir defectos, como por ejemplo daños físicos, magulladuras, pudriciones y daño por insectos. En el banano existen componentes importantes del sabor como son los ácidos orgánicos y los aromas; este producto cuando entra en fase de maduración de consumo, el almidón se transforma en azúcar, aumentando su dulzura (Kader, 2012).

1.2.12. Levadura (*Saccharomyces cerevisiae* Hansen)

Las levaduras son hongos unicelulares que se han utilizado durante siglos para la obtención de productos como el vino, la cerveza o el pan. Todas metabolizan azúcares como la glucosa, fructosa y manosa, pero algunas son capaces de hacerlo en condiciones anaerobias, con la producción de alcohol y anhídrido carbónico en el proceso conocido como fermentación. La reproducción de las levaduras, en especial las utilizadas en la industria, es normalmente asexual. Se produce a través de gemación en la superficie; no obstante, también puede darse la reproducción sexual en determinadas condiciones (De Martin, 2005).

Las características de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en cultivos jóvenes son de forma redonda, ovalada y lisa, y tiene un tamaño de 4 a 14 micras de longitud por 3 a 7

micras de ancho. Forman colonias de color crema, blancas y húmedas en mosto agar. Toleran un rango de pH de 3.5 a 4 (Apaza, 2016).

Para inducir la esporulación es necesario mantener la levadura en un medio húmedo, con una fuente de carbono no fermentable y un contenido mínimo de nitrógeno. Usualmente, las esporas se forman de 2 a 4, dando el nombre de ascoporas y “asca” al pliegue externo que la contiene (Lagos, 1999).

En la Figura 2 se muestra una micrografía electrónica de barrido del *Saccharomyces cerevisiae*.

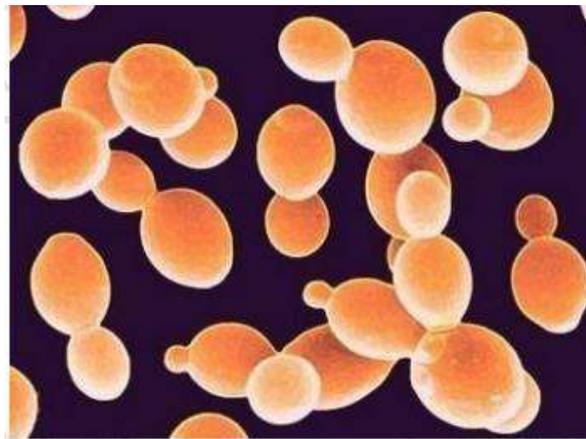


Figura 2. Micrografía electrónica de barrido de Saccharomyces cerevisiae.

Fuente: Apaza (2016).

1.2.13. Fermentación

El proceso de fermentación es catabólico de oxidación completa, dando como resultado final un compuesto orgánico como el alcohol o etanol. Dichos productos son los que caracterizan una cantidad numerosa de fermentaciones. En este proceso, las bacterias, levaduras y mohos producen energía que separan las sustancias vegetales, sin nitrógeno o algunos de sus derivados. Esta energía es acumulada, para dar pase a la fermentación. Hay dos tipos de fermentación: anaeróbica y aeróbicas (Moreno, 2016).

En la Tabla 3 se describe los tipos de fermentación y los microorganismos que actúan en el proceso. Además, se visualizan los productos finales.

Tabla 3

Tipos de fermentación

TIPO DE FERMENTACIÓN	MICROORGANISMO	PRODUCTO FINAL
Fermentación Alcohólica	<i>Saccharomyces</i>	Etanol y CO ₂
Fermentación Fórmica	Enterobacterias	Ácido láctico, ácido fórmico y butanodiol
Fermentación Propiónica	Anaerobios	Ácido propiónico, ácido acético, CO ₂ y H ₂
Fermentación Láctica	Streptococcus, Lactobacillus y Bacillus	Ácido Láctico
Fermentación Mixta	Echerichia Salmonela	Ácido láctico Ácido acético
Fermentación Butírica	Clostridium	Ácido butírico y butanol

Fuente: Díaz (2010).

1.2.14. Fermentación alcohólica

Este tipo de fermentación es una bioreacción, esta transforma los azúcares en alcohol y dióxido de carbono. Esta fermentación se produce gracias a las levaduras, siendo la *Saccharomyces cerevisiae* la más utilizada. Otros autores señalan a algunos hongos y bacterias, como la *Zymomonas mobilis* también producen alcohol (Vázquez y Dacosta, 2007).

1.2.15. Destilación

El proceso de destilación se encarga de eliminar las impurezas que se encuentran en las sustancias líquidas, así sea una pequeña cantidad estas son eliminadas en su totalidad por algún tipo de destilación, efectuándose una purificación. La propiedad fundamental es dividir las mezclas de los líquidos, sustentándose en la diferencia de presión de vapor de los diferentes componentes de la mezcla. Cuando se calienta, los componentes se evaporan y se

condensan; posteriormente, el vapor se enriquece con los componentes más volátiles (Sarmiento, 2013).

1.2.16. Destilación simple

Esta es utilizada cuando la diferencia entre los puntos de ebullición de los componentes es mayor de 80 °C de temperatura o cuando los residuos son sólidos disueltos en el líquido a purificar. Es importante que la ebullición de la mezcla sea homogénea y no se produzcan proyecciones. Para evitar estas proyecciones suele introducirse en el interior del aparato de destilación nódulos de materia que no reaccione con los componentes. Normalmente se suelen utilizar pequeñas bolas de vidrio (Sarmiento, 2013).

1.2.17. Tecnología de las bebidas alcohólicas destiladas

Las bebidas alcohólicas destiladas se obtienen luego de un proceso de destilación a partir de un producto de fermentación, lo que aumenta su concentración de alcohol etílico, lo cual se describe a continuación:

1. Bebida alcohólica destilada

Para elaborar etanol en mayor o menor cantidad se necesitan productos vegetales o animales, siempre y cuando contengan hidratos de carbono, y con la ayuda de diversas levaduras que se encuentran en el aire o las que se cultivan. Las levaduras inician la fermentación sobre los monosacáridos (hidratos de carbono simple) (Falder, 2007).

El vino y la cerveza son las bebidas alcohólicas más notables, por tener entre 10 – 12 % y 4 – 5 % de etanol, respectivamente. Ambas bebidas tienen algo en común con respecto a los años de antigüedad de su elaboración: 6000 – 8000 años. En el proceso de destilación existe un principio básico que el alcohol su punto de ebullición es de 78.5 °C; y, el agua de 100 °C. Si en una caldera (por lo general de cobre) se calienta un vino o una cerveza a “baño maría”, una vez que empiezan a desprender vapores estos se escapan, tienen más cantidad de alcohol que agua. La caldera se tapa con un capitel, de esta sale el llamado cuello de cisne,

que es un tubo lateral que transporta el vapor hacia un refrigerante, donde se condensa el alcohol. (Rojas, 2015).

En un proceso discontinuo de destilación por medio de un alambique se distinguen tres fases:

- **Cabeza:** Esta fase está compuesta de alcohol (metílico, aldehídos y éteres), pero llevan otros productos más volátiles que el alcohol etílico. Cuando estos se eliminan, el punto de ebullición se eleva. Por lo tanto, se debe aportar más calor (Rojas, 2015).

- **Medio = cuerpo:** Es la parte más utilizable de la destilación. En esta fase contiene principalmente alcohol etílico, aunque puede llevar otros productos (Rojas, 2015).

- **Cola:** Esta fase abarca los alcoholes que ejercen mal olor y sabor sobre el producto destilado, los cuales tienen un peso molecular superior al etílico, ácidos orgánicos, furfural, acroleínas y glicerina (Rojas, 2015).

2. Tipos de bebidas destiladas

Existen dos tipos de bebidas destiladas, las simples y las compuestas, a continuación, se describen:

2.1. Bebidas alcohólicas destiladas simples

Son aquellas bebidas que se adquieren por la destilación de mostos fermentados. Sus características organolépticas son típicas de la materia prima empleada. A continuación, presentamos algunas de las bebidas alcohólicas que se incluyen en este grupo (Norma Técnica Peruana [NTP], 2003).

Aguardiente: Producto proveniente de la destilación de mostos fermentados. Se caracteriza por conservar un aroma y gusto particular inherentes a la sustancia sometida a fermentación y destilación. Se le designa por la frase “aguardiente de” seguida del nombre de la materia prima de la cual proviene. También se puede denominar por un nombre específico (NTP, 2003).

Brandy: Bebida alcohólica obtenida a partir de aguardientes de vino. Asociados o no a un destilado de vino, es sometido a añejamiento en recipientes de roble por un tiempo determinado para adquirir características de aroma y sabor propias de esta bebida. A partir de la denominación geográfica, son ejemplos de brandy el Armañac (armagnac) y el Coñac (cognac) (NTP, 2003).

Ron: Bebida alcohólica obtenida exclusivamente de jugos, mieles, jarabes y soluciones de azúcar de caña y otros derivados similares de la caña de azúcar. Estos productos se someten a los procesos de fermentación alcohólica, destilación y posterior añejamiento en recipientes de roble por un tiempo determinado a fin de adoptar características de aroma y sabor. Puede ser aromatizado para conferir al producto caracteres organolépticos especiales (NTP, 2003).

Tequila: Bebida alcohólica regional obtenida por destilación y rectificación de mostos de agave de la variedad azul tequilana weber de acuerdo con la reglamentación del gobierno mexicano (NTP, 2003).

Vodka: Bebida alcohólica obtenida a partir del alcohol etílico rectificado por rectificación, filtración a través de carbón activado o por un tratamiento equivalente que tenga por efecto atenuar selectivamente los caracteres organolépticos inherentes a las materias primas empleadas, de manera que el producto no tenga rasgos distintivos de aroma, sabor u olor. Puede ser aromatizado o saborizado para conferir al producto caracteres organolépticos especiales (NTP, 2003).

Whisky (whiskey): Bebida alcohólica obtenida por destilación de un mosto de cereales. Es sacarificado por la diastasa de malta que contiene con o sin otras enzimas naturales, y fermentado bajo la acción de la levadura. El producto se destila de forma que tenga sabor y olor procedentes de las materias primas utilizadas, y envejecido en recipientes de roble por un tiempo determinado para adquirir características de aroma y sabor propias de esta bebida (NTP, 2003).

2.2. Bebidas alcohólicas destiladas compuestas

Son aquellas obtenidas por la mezcla de destilados en diversas proporciones, aromatizadas, saborizadas, edulcoradas y coloreadas o no con sustancias permitidas por el organismo de control correspondiente. Presentamos algunas de las bebidas alcohólicas que se incluyen en este grupo (NTP, 2003).

Amargo (bitter): Bebida alcohólica de sabor amargo preponderante. Se obtiene por aromatización de alcohol etílico rectificado, neutro o extraneutro con sustancias aromatizantes naturales y/o idénticas a las naturales (NTP, 2003).

Anís (anisado): Bebida alcohólica obtenida por aromatización de alcohol etílico rectificado, neutro o extraneutro con extractos naturales de “anís estrellado” (*Illicium verum* Hook.), “anís verde” (*Pimpinella anisum* L.) o “hinojo” (*Foeniculum vulgare* Mill). El anisado puede obtenerse por uno de los procedimientos siguientes: maceración y/o destilación; redestilación del alcohol con presencia de las semillas u otras partes de las plantas mencionadas anteriormente; adición de extractos destilados naturales de plantas anisadas; o mediante el empleo combinado de los tres métodos precedentes. Estas bebidas podrán adicionarse azúcares, así como otros aditivos permitidos por el correspondiente organismo de control (NTP, 2003).

Cóctel (cocktail): Producto obtenido a partir de la mezcla de una o más bebidas alcohólicas con la adición o ausencia de ingredientes permitidos para consumo humano

como jugos o zumos de frutas y amargos. Puede ser edulcorado o adicionado con sustancias aromáticas o diversos productos alimenticios, así como aditivos permitidos por el correspondiente organismo de control (NTP, 2003).

Gin (ginebra): Bebida alcohólica obtenida por aromatización de alcohol etílico rectificado, neutro o extraneutro, con “bayas de enebro” (*Juniperos communis* L.) que incluye o prescinde de otras sustancias vegetales aromáticas. Para obtener este producto, se puede seguir uno de los siguientes procedimientos: maceración y/o destilación; redestilación del alcohol con presencia de bayas de enebro y de otros productos vegetales naturales; o adición de sustancias aromatizantes naturales y/o sustancias idénticas a las naturales, de forma que el sabor de enebro sea predominante (NTP, 2003).

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en el taller de procesamiento agroindustrial y de biocomercio y en el laboratorio de ciencia básica de la Universidad Católica Sedes Sapientiae; la cual está situada en el departamento de Piura, provincia de Morropón, distrito de Chulucanas. Las coordenadas son 5°05'33" de latitud sur y 80°09'44" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, a una altitud de 92 m.s.n.m.

Los análisis físico-químicos (porcentaje de acidez, °Bx y pH) de los seis tratamientos se realizaron en el mismo laboratorio. Sin embargo, los grados de alcohol se midieron en la planta piloto de la facultad de Agroindustria ubicada en la Universidad Nacional de Piura. Asimismo, los análisis sensoriales se realizaron con los alumnos de la UCSS.

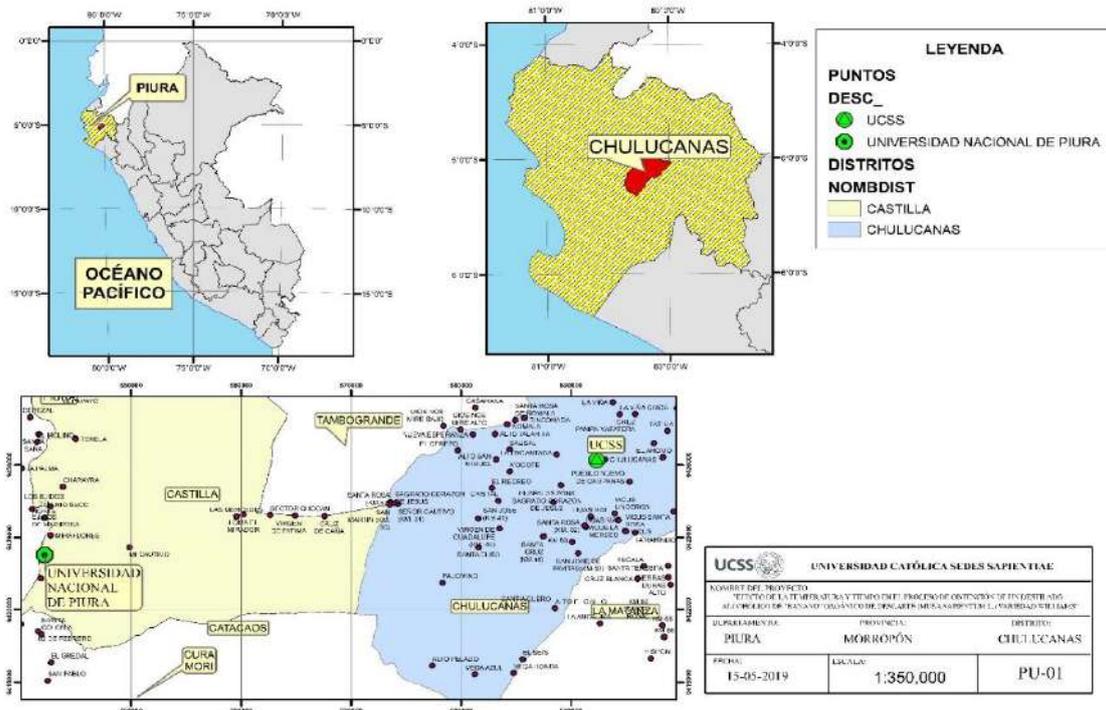


Figura 3. Mapa de Chulucanas

Fuente: ArcGis.

2.2. MUESTRA DEL ESTUDIO

En esta investigación se utilizó 30 kg de pulpa de banano orgánico de descarte variedad Williams adquirido del predio del Ing. Jorge Armando Cruz Zevallos, ubicado en el sector Chapica Campanas Carmelo Bajo.

2.3. MATERIALES

Los materiales que se van a utilizar para la presente investigación son los siguientes:

Materia prima e insumos

- *Musa sapientum* L. “banano”
- Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Azúcar blanca.
- Agua mineral de mesa.

Reactivos

- Bisulfito de sodio.
- Ácido cítrico.
- Agua destilada.
- Hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1 Normal.
- Fenolftaleína.

Materiales

- Vaso precipitado de 50 y 100 ml
- Matraz Erlenmeyer de 50, 100 y 250 ml.
- Tubos de ensayo.
- Probeta de 50 y 100 ml
- Buretas de 25 y 50 ml.
- Frasco de vidrio de 200 ml.
- Balón de destilación de 2000 ml.
- Refrigerante de serpentín.
- Mangueras de plástico.

- Pissetas de 1 L.
- Soporte universal.
- Trípode.
- Malla bestur.
- Mechero.
- Baldes de 18 L.
- Cuchillos.
- Tablas de picar.
- Tapones de laboratorio.
- Tela organza color blanco.
- Recipientes de acero inoxidable.
- Jarra de plástico de 2000 ml.

Otros materiales

- Gas.
- Cámara fotográfica.
- Silicona.
- Computadora portátil.
- Calculadora científica.
- Lápiz.
- Lapicero.
- Borrador.
- Cuaderno.

Equipos:

- Alcoholímetro.
- Termómetro de mercurio.
- Refractómetro.
- Balanza analítica ADAM NIMBUS.
- Balanza de kilo SF-400.
- pH metro HANNA.
- Licuadora.

- Picadora Thomas TH-9010V.
- Centrífuga.
- Cocina industrial.

Indumentaria:

- Guantes de nitrilo.
- Toca.
- Tapaboca.
- Guardapolvo.

2.4. MÉTODO

A continuación, se describen las etapas que se deben seguir para la obtención de un destilado alcohólico de “banano” orgánico de descarte (*Musa sapientum* L.) variedad Williams. En el diagrama de la Figura 4 se detallan las operaciones pertinentes. Asimismo, se realizaron las siguientes evaluaciones: análisis de °Bx (usando un refractómetro), pH (utilizando el pH-metro, se realizó el procesamiento de potenciometría), acidez titulable (mediante una valoración “volumetría” con un reactivo básico) y grado alcohólico (empleando un alcoholímetro escala Gay Lussac). Antes de utilizar los materiales para el proceso, estos fueron desinfectados y esterilizados con el fin de reducir la contaminación microbiana.

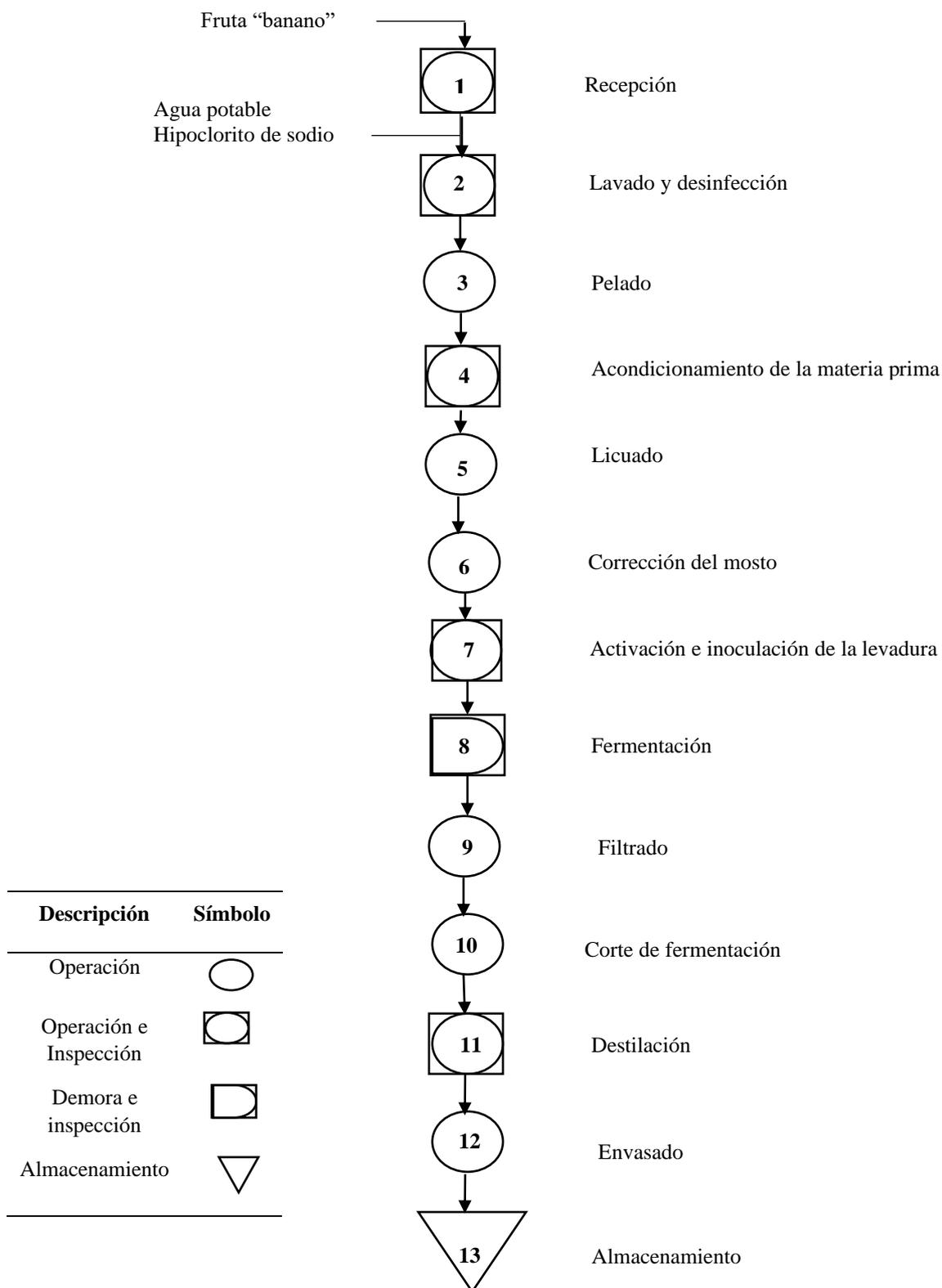


Figura 4. Diagrama de proceso para la obtención de un destilado alcohólico de "banano" orgánico de descarte (*Musa sapientum* L.) variedad Williams.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.1. Recepción

Para la selección de los bananos se tomaron frutos con un estado de maduración 6 en escala de Von Loesecke, bananos con pesos y tamaños similares, frutos que no presenten magulladuras ni pudriciones. El banano fue recolectado y previamente seleccionado de la parcela del Ing. Cruz. En total se recogió 50.1 kg del producto para evitar que se maltrate o presente algún daño fisicoquímico. Este se recolectó por cantidades, de acuerdo con lo trabajado por día.

2.4.2. Lavado y Desinfección

Esta etapa se realizó manualmente. Se sumergió la materia prima en un recipiente con agua e hipoclorito de sodio, en una concentración de 50 ppm. La finalidad fue eliminar toda sustancia extraña presente junto a la fruta, así como parte de la carga microbiana.

2.4.3. Pelado

El objetivo es eliminar la cáscara. Esta se retiró de forma manual. Por cada kilogramo de pulpa se obtuvo un promedio de 670 g de cáscara.

2.4.4. Acondicionamiento de la materia prima

Con la ayuda de cuchillos y tabla de picar, la pulpa de banano fue cortada en pequeñas fracciones. Asimismo, estas fueron utilizadas para determinar el °Bx, pH y la acidez titulable. Para determinar estos parámetros, se colocó una cantidad de pulpa de banano en la picadora. De esa manera se obtuvo un jugo que facilite la medición de estos parámetros.

Los materiales que se utilizaron fueron los siguientes:

- Picadora.
- Refractómetro.
- Potenciómetro.
- Cuchara de té.

- Piseta.
- Agua destilada.
- Vaso precipitado 50 ml.
- Soporte universal.
- Bureta graduada.
- Probeta graduada de 100 ml.
- Hidróxido de sodio.
- Fenolftaleína.

1. Determinación de °Bx

Para determinar el °Bx se utilizó el refractómetro, el cual, fue limpiado y calibrado previamente para evitar alteraciones en los resultados. Luego, se procedió a levantar la cubierta plástica que cubre al lente y, con la ayuda de una cuchara, se colocó una pequeña porción del jugo de fruta. Después, se volvió a ubicar la cubierta plástica a la posición inicial y se procedió a observar, a través del ocular del refractómetro, el porcentaje de sólidos solubles que presentaba el banano. El resultado de todo el procedimiento fue 22.6 °Bx (Apéndice 3).

2. Determinación de pH

Se procedió a colocar jugo de pulpa de banano en un vaso precipitado. El potenciómetro, previamente limpiado y calibrado, fue colocado en dicho vaso. Luego de que la lectura del pH se estabilizó, se procedió a tomar apunte del pH obtenido: 4.77 (Apéndice 3).

3. Determinación de acidez titulable

Para determinar este análisis, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Se colocó 10 ml de jugo de pulpa de banano en un vaso precipitado de 50 ml.
- Se agregaron tres gotas de fenolftaleína a la muestra.

- Con la ayuda de una bureta sujeta a un soporte universal, se colocó la solución de hidróxido de sodio (NaOH, 0.1N).
- En la parte inferior de la bureta, se presenta un grifo de cierre, el cual se va abriendo poco a poco de forma que el hidróxido de sodio caiga en el vaso precipitado. Se hace un movimiento circular hasta que la sustancia se torne un color rosáceo. Luego, se procede a cerrar la llave y se toma en cuenta el gasto del hidróxido de sodio. Ese dato es introducido en la fórmula para determinar el porcentaje de acidez contenido en el banano. El resultado final del procedimiento fue 0.32 (Apéndice 3).

Para este análisis se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de acidez} = \frac{G \times N \times \text{Meq} \times \text{FC} \times 100}{m}$$

Donde:

G: gasto de hidróxido.

N: normalidad.

Meq: mequivalente del ácido maléico (0.06715).

m: peso de la muestra (10 ml).

FC: factor de corrección (0.9925).

2.4.5. Licuado

En una licuadora se colocó fruta de banano previamente cortada en cuadros pequeños y agua de mesa. Luego se inició el proceso de licuado. La relación de fruta y agua fue de 1:1 (1 kg de fruta y 1 L de agua).

2.4.6. Corrección del mosto

El mosto se obtuvo del licuado de fruta y agua. Este presentó una concentración de sólidos solubles inicial de 10 °Bx. No obstante, con la ayuda de la fórmula matemática, se agregó 468.4 g de azúcar para que aumente a 15 °Bx que se requiere para iniciar el proceso de fermentación.

El pH inicial del mosto fue de 4.45. Luego, se agregó ácido cítrico para su corrección. La cantidad por adicionar se calculó mediante una regla de tres y se llegó a obtener un intervalo de 3.5 – 4.0 de pH, siendo este el óptimo para empezar con el proceso de fermentación. El mosto fue colocado en baldes de 18 litros previamente esterilizados.

- Fórmula para corrección de °Bx:

$$\text{cantidad de azúcar} = \frac{\rho * \text{vol muestra} * (\text{°Brix final} - \text{°Brix inicial})}{100}$$

- Para hallar la densidad (ρ) del mosto, se procedió a pesar un vaso precipitado de 50 ml. Se tara ese peso, se coloca jugo de pulpa de banano y se vuelve a pesar. El resultado obtenido es la masa. El volumen son los 50 ml que se adicionaron en el vaso precipitado.

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{46.84g}{50 \text{ ml}} = 0.9368 \text{ g/ml}$$

Reemplazar datos:

$$\text{cantidad de azúcar} = \frac{0.9368 * 10000 * (15 - 10)}{100} = 468.4 \text{ g}$$

2.4.7. Activación e inoculación de la levadura

En un recipiente previamente esterilizado se colocó agua de mesa, aproximadamente 50 ml a una temperatura de 37 °C. Se agregó la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en una dosis de 0.5 g/L, es decir 5 g para cada balde que contenía 10 L de mosto. Se mezcló con una cuchara y se dejó reposar cubriéndolo de la luz por 20 minutos aproximadamente a temperatura ambiente. Finalmente, se inoculó la levadura acondicionada al mosto y, con la ayuda de una cuchara de palo, se mezcló con el fin de que todo se homogenice y pueda dar paso a la fermentación.

2.4.8. Fermentación

La fermentación se realizó a temperatura ambiente en seis baldes de polipropileno de 18 L de capacidad, cada uno con 10 L de mosto. Cada balde presentó en su tapa un agujero, en el cual se colocó una manguera que iba desde el interior del balde hasta el exterior donde era sumergida en una botella con agua. Esto se realizó con el fin de evitar su oxidación a vinagre. En esta etapa, los azúcares se convierten en alcohol por acción de la levadura. Las determinaciones realizadas diariamente fueron el °Bx y el pH, las cuales se detallan en el Apéndice 5.

2.4.9. Filtrado

Esta operación consistió en colocar tela organza en un balde diferente, previamente esterilizado, al que se encontraba el mosto. Se vertió el contenido con el fin de separar las partículas sólidas de la bebida y se realizaron dos filtrados para eliminar completamente todos los residuos presentes en la bebida. El resultado final fue 43.8 L de bebida fermentada.

2.4.10. Corte de fermentación

Se realizó el corte de fermentación en el momento que el mosto llegó a presentar su reducción a 5 °Bx. Esto se hizo con la adición de bisulfito de sodio. La dosis aplicada es de 20 g/hectolitro y para calcular la cantidad exacta, se realizó una regla de tres.

2.4.11. Destilación

Con la ayuda del equipo de destilación, se logró obtener la bebida destilada de banano. Luego, se procedió a destilar un lote de 43.8 L (7.3 L para cada uno) a diferentes tiempos (15, 20 y 25 min) y temperaturas (90 y 95 °C). La relación de estas destilaciones dependió de cada tratamiento. En el Apéndice 7 se muestran los resultados obtenidos.

2.4.12. Envasado

La bebida destilada alcohólica fue colocada en botellas de vidrio de 250 ml. Los envases fueron previamente esterilizados con la ayuda de una estufa de laboratorio a una temperatura de 95 °C por un tiempo de 10 min. Luego, se procedió a codificar cada botella para poder diferenciar cada tratamiento.

2.4.13. Almacenamiento

La bebida destilada se almacenó a una temperatura ambiente por un tiempo de tres meses.

2.5. DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es de carácter experimental. Se empleó un diseño factorial de bloques completamente al azar, con dos factores (A = temperatura, y B = tiempo en el proceso de destilación). El factor A, con dos niveles, y el factor B, con tres niveles, obteniendo seis tratamientos y cada uno con dos repeticiones. Se utilizó el programa IBM SPSS (software para análisis estadístico usado por grandes empresas) para el procesamiento de datos experimentales, en el cual se hizo un análisis de varianza y la prueba de Fisher, comprendiendo la varianza de tratamientos y la varianza de error que permitió determinar el grado de significancia entre los tratamientos. Asimismo, para analizar las comparaciones múltiples entre los tratamientos se realizó un post hoc y la prueba de Tukey. Todas las pruebas estadísticas se realizaron a $p=5\%$ de nivel de significación.

- **Factor A:** Temperatura de destilación: 90 °C y 95 °C.
- **Factor B:** Tiempo de destilación: 15 min, 20 min y 25 min.

La combinación de ambos factores resulta en un total de seis tratamientos que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Descripción de los tratamientos experimentales

TRATAMIENTOS	Tiempo (minutos)	Temperatura (°C)
T1 (A1B1)	15	90
T2 (A1B2)	20	90
T3 (A1B3)	25	90
T4 (A2B1)	15	95
T5 (A2B2)	20	95
T6 (A2B3)	25	95

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5 se describen las variables que se evaluaron en los destilados obtenidos con sus respectivas metodologías y unidades de medida.

Tabla 5

Identificación de variables

Variable	Unidad de medida	Método
Grados de alcohol	Rango: 0-100 °GL	Alcoholímetro Gay Lussac
°Bx	Rango: 0-100 °Bx	Refractómetro
pH	Rango: 0-14 pH	Potenciómetro
Acidez total	Rango: 1 – 40 g/L	Tabulación
Rendimiento	%	Cálculo matemático para hallar % de rendimiento
<i>Escherichia coli</i>	UFC	Recuento por placa
Salmonella	Presencia	Cultivo en placa
Recuentos totales	UFC	Recuento por placa
Aceptación	1 – 9	Escala hedónica de 9 puntos

Fuente: Elaboración propia.

2.6. EVALUACIÓN SENSORIAL

Para evaluar la aceptabilidad organoléptica de los destilados de banano, se realizó una evaluación sensorial a 30 alumnos de la Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS) de la especialidad de Ingeniería Agroindustrial y Biocomercio. Los participantes escogidos son netamente consumidores de bebidas alcohólicas, de sexo masculino y femenino con edades variando de 22 a 40 años. Ellos evaluaron la aceptación de la apariencia, color, aroma y sabor a través de una escala hedónica de 9 puntos.

La evaluación de las muestras de destilados se realizó de manera individual en el auditorio de la UCSS, a las 10:00 de la mañana. Estas personas no comieron ni tomaron ningún tipo de bebida una hora antes previa a la evaluación sensorial, a los catadores se le dieron las seis muestras (tratamientos) codificadas. Dichos códigos de cada muestra se desarrollaron con un generador de números aleatorios online, de esta manera cada muestra tuvo un código de tres dígitos (Tabla 8). A la misma vez se les entregó una ficha de evaluación sensorial, la cual debían llenar de acuerdo con la escala hedónica (1 a 9 puntos) (Apéndice 9) indicando que muestra les “gustó extremadamente” y cuál le “disgustó extremadamente”.

Cabe resaltar que se eligió a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Agraria como catadores para juzgar cada muestra presentada. Estas personas se eligieron porque cuentan con conocimientos respecto a la elaboración de productos agroindustriales. Por lo cual, no era necesario de entrenamiento sensorial. Sin embargo, se les explicó el tema de la investigación y algunas sugerencias al momento de la evaluación, con énfasis de que cada apreciación era individual.

2.7. DISEÑO DE BLOQUES COMPLETAMENTE ALEATORIZADOS

En la Tabla 6 se muestra la codificación de los seis tratamientos, que se le presentó al panel de 30 personas al momento de realizarse la evaluación sensorial.

Tabla 6

Matriz para la codificación de las muestras

CONSUMIDOR	MUESTRAS					
	1	2	3	4	5	6
1	246	467	389	599	134	273
2	467	389	134	273	246	599
3	389	246	599	134	273	467
4	134	599	273	389	467	246
5	273	389	246	467	599	134
6	467	134	389	246	273	599
7	246	467	599	273	134	389
8	389	246	134	599	467	273
9	599	134	273	389	246	467
10	134	273	246	467	599	389
11	273	599	467	134	389	246
12	467	389	599	246	273	134
13	246	467	389	273	134	599
14	467	134	273	599	389	273
15	389	599	134	467	273	246
16	599	389	246	273	134	467
17	134	467	389	246	599	273
18	273	246	467	389	134	599
19	389	273	599	273	246	134
20	599	134	273	389	467	246
21	246	599	389	134	273	467
22	273	389	246	599	467	134
23	389	467	599	246	134	273
24	246	273	134	467	599	389
25	134	246	273	273	389	599
26	467	389	246	134	599	273
27	273	467	599	389	134	246
28	599	134	467	246	389	273
29	389	599	134	467	273	246
30	467	273	389	599	246	134

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES

En esta sección se muestran los resultados del análisis de la materia prima banano. Además, se encuentran los datos obtenidos durante la destilación para la producción de la bebida destilada, los cuales se desarrollaron en el programa estadístico SPSS. Asimismo, se evidencian las discusiones concernientes a los resultados.

3.1. RESULTADOS

En este apartado se describe las características que presentó la materia prima que se utilizó para el destilado, así como el rendimiento de cada uno de los tratamientos, con respecto a la materia prima.

3.1.1. Análisis de la materia prima banano

Las frutas, como el banano, contienen muchos compuestos solubles en agua, como por ejemplo azúcares, vitamina C, aminoácidos y algunas pectinas. Estos compuestos forman el contenido de los sólidos solubles en la fruta. El índice o estado de madurez se representa por el contenido de sólidos solubles que están presentes en las frutas (Millán y Ciro, 2012).

Los valores de pH brindan la medida de la acidez o alcalinidad de un producto, mientras que la acidez titular brinda una medida de la cantidad de ácido presente, en la Tabla 7, se muestra el resultado promedio del °Bx, pH y el porcentaje de acidez titulable del banano. Se observa que la fruta, utilizada para esta investigación, estaba en estado maduro, ya que su concentración de azúcares fue 22.6 °Bx, así como 4.77 de pH y 0.32 de % de acidez titulable.

Tabla 7

Propiedades fisicoquímicas del banano

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO
°Bx	22.6
pH	4.77
% Acidez titulable	0.32

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Rendimiento de la bebida destilada a partir de banano orgánico de descarte

Los resultados del rendimiento de la bebida destilada con respecto a la materia prima se muestran en la Tabla 8 por cada tratamiento.

Tabla 8

Rendimiento de la bebida destilada

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	GRADOS DE ALCOHOL	RENDIMIENTO (%)
T1	T: 15 min T°: 90 °C	70	3.14
T2	T: 20 min T°: 90 °C	69	3.71
T3	T: 25 min T°: 90 °C	63	3.65
T4	T: 15 min T°: 95 °C	55	8.90
T5	T: 20 min T°: 95 °C	53	9.63
T6	T: 25 min T°: 95 °C	50	9.34

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5 se muestra en barras el % de rendimiento de la bebida, dando una mejor apreciación con respecto a que tratamiento es el que tiene menor y mayor % de rendimiento.

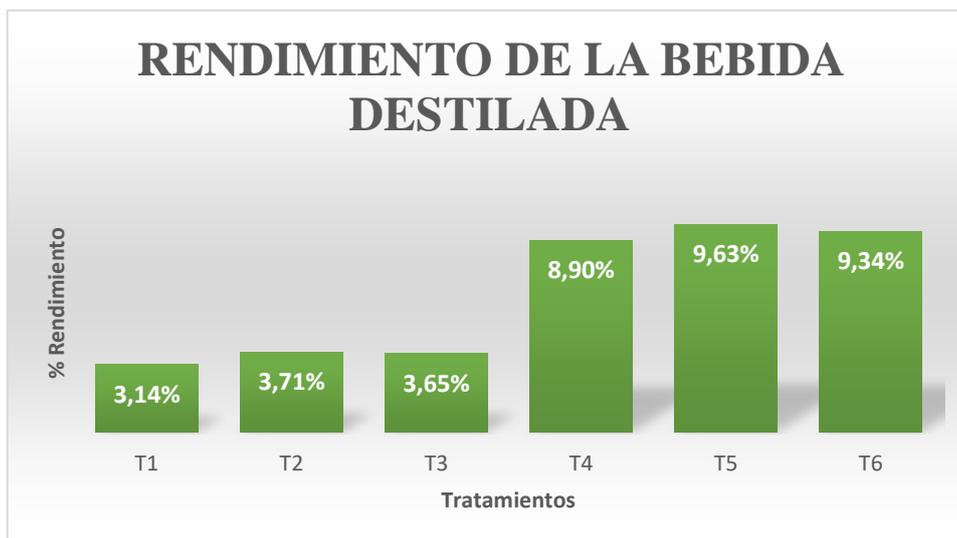


Figura 5. Rendimiento de la bebida destilada por tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Los rendimientos se muestran por tratamiento del T1 al T6. Se obtuvo el mayor porcentaje de rendimiento: el T5 con una temperatura de 95 °C y un tiempo de destilación de 20 min dando como resultado un 9.63 %; es decir, por 10 L de bebida fermentada, se obtiene 0.9636 L de bebida destilada. Un porcentaje parecido evidenció el T6 con un 9.34 % que corresponde a 0.934 L de bebida destilada por cada 10 L de bebida fermentada. Por otro lado, el T1 y T3 muestran los menores porcentajes: 3.14 % y 3.65 %, respectivamente.

3.1.3. Análisis sensorial de la bebida alcohólica destilada a partir de banano orgánico de descarte: análisis de varianza, estadísticos descriptivos, análisis post hoc y prueba de Tukey

En el presente apartado se describe los resultados con respecto a las características evaluadas de la bebida destilada (color, olor, sabor, aspecto general e intención de compra).

1. Color

En la Tabla 9, se observa que la relación tiempo - temperatura en la destilación no influye de manera significativa en el color de la bebida. El valor p es mayor al valor de referencia ($p=0.833$; $\alpha=0.05$). En ese sentido, se acepta la hipótesis nula.

Además, no existe una evidencia estadística ya que todos los tratamientos presentan un color uniforme (transparente). Por ello, al momento de realizar el análisis sensorial, los catadores no optan por un tratamiento específico para otorgarle mayor aceptación.

Tabla 9

Análisis de varianza para la aceptación del color

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
PUNTAJE COLOR	Inter-grupos	2.311	5	0.462	0.422	0.833
	Intra-grupos	190.467	174	1.095		
	Total	192.778	179			

Fuente: Elaboración propia.

2. Olor

En la Tabla 10, se observa que la relación tiempo - temperatura en la destilación no influye de manera significativa en el olor de la bebida. El valor p es mayor al valor de referencia ($p=0.683$; $\alpha=0.05$). Por tanto, se acepta la hipótesis nula.

Asimismo, no existe evidencia estadística ya que todos los tratamientos presentan un olor característico al banano. Por ello, al momento de realizar el análisis sensorial, los catadores no optan por un tratamiento específico para brindarle mayor aceptación.

Tabla 10

Análisis de varianza para la aceptación del olor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
PUNTAJE OLOR	Inter-grupos	3.933	5	0.787	0.623	0.683
	Intra-grupos	219.867	174	1.264		
	Total	223.800	179			

Fuente: Elaboración propia.

3. Sabor

En la Tabla 11, se observa que la relación tiempo – temperatura en la destilación influye de manera significativa en el sabor de la bebida. El valor p es menor al valor de referencia ($p=0.04$; $\alpha=0.05$). Por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 11

Análisis de varianza para la aceptación del sabor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
PUNTAJE SABOR	Inter-grupos	22.761	5	4.552	2.389	0.040
	Intra-grupos	331.567	174	1.906		
	Total	354.328	179			

Fuente: Elaboración propia.

Este atributo sí presenta una evidencia estadística, ya que depende de los grados alcohólicos que se obtenga de cada tratamiento. Por ello, el catador, al momento de realizar su análisis sensorial, opta por el mejor tratamiento. Para una mejor apreciación, se realizó un análisis estadístico descriptivo de los tratamientos. Así, se pudo determinar el mejor con respecto al sabor. Dicho valor se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12

Análisis estadístico descriptivo de los tratamientos con relación al sabor

	Tratamiento	N	Media	Desviación típica
PUNTAJE SABOR	1	30	6.03	1.51960
	2	30	5.93	1.50707
	3	30	5.60	1.19193
	4	30	6.70	1.44198
	5	30	6.27	1.28475
	6	30	6.43	1.30472
	Total	180	6.16	1.40694

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 12, se describen los resultados del análisis estadístico descriptivo con relación al sabor de cada uno de los tratamientos estudiados. Se determinó al cuarto

tratamiento como el de mayor aceptabilidad con una media del sabor 6.70, a diferencia del tercer tratamiento que presentó una menor aceptabilidad con una media de 5.60.

En la Tabla 13, se observa el análisis post hoc de Tukey del atributo del sabor que compara cada tratamiento con el resto de tratamientos. La finalidad es determinar que media es la que difiere. En este caso, existe una diferencia significativa entre el tratamiento 3 y 4, ya que el valor p es menor al valor de referencia ($p=0.028$; $\alpha=0.05$).

Tabla 13

Análisis post hoc de Tukey en el sabor

Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
				Límite inferior	Límite superior
PUNTAJE SABOR	2.00	.10000	1.000	-.9271	1.1271
	3.00	.43333	.829	-.5938	1.4605
	1.00 4.00	-.66667	.424	-1.6938	.3605
	5.00	-.23333	.986	-1.2605	.7938
	6.00	-.40000	.872	-1.4271	.6271
	1.00	-.10000	1.000	-1.1271	.9271
	3.00	.33333	.937	-.6938	1.3605
	2.00 4.00	-.76667	.266	-1.7938	.2605
	5.00	-.33333	.937	-1.3605	.6938
	6.00	-.50000	.725	-1.5271	.5271
	1.00	-.43333	.829	-1.4605	.5938
	2.00	-.33333	.937	-1.3605	.6938
	3.00 4.00	-1,10000*	.028	-2.1271	-.0729
	5.00	-.66667	.424	-1.6938	.3605
	6.00	-.83333	.185	-1.8605	.1938
	1.00	.66667	.424	-.3605	1.6938
	2.00	.76667	.266	-.2605	1.7938
	4.00 3.00	1,10000*	.028	.0729	2.1271
	5.00	.43333	.829	-.5938	1.4605
	6.00	.26667	.975	-.7605	1.2938
	1.00	.23333	.986	-.7938	1.2605
	2.00	.33333	.937	-.6938	1.3605
	5.00 3.00	.66667	.424	-.3605	1.6938
	4.00	-.43333	.829	-1.4605	.5938
	6.00	-.16667	.997	-1.1938	.8605
	1.00	.40000	.872	-.6271	1.4271
	2.00	.50000	.725	-.5271	1.5271
	6.00 3.00	.83333	.185	-.1938	1.8605
4.00	-.26667	.975	-1.2938	.7605	
5.00	.16667	.997	-.8605	1.1938	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 14, se muestra que existe una diferencia de medias. El mejor tratamiento respecto al sabor resulta ser el cuarto; a diferencia del tercero siendo el de menor aceptación (Figura 6).

Tabla 14

Subconjuntos homogéneos con respecto al sabor

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3.00	30	5.6000	
2.00	30	5.9333	5.9333
1.00	30	6.0333	6.0333
5.00	30	6.2667	6.2667
6.00	30	6.4333	6.4333
4.00	30		6.7000
Sig.		.185	.266

Fuente: Elaboración propia.

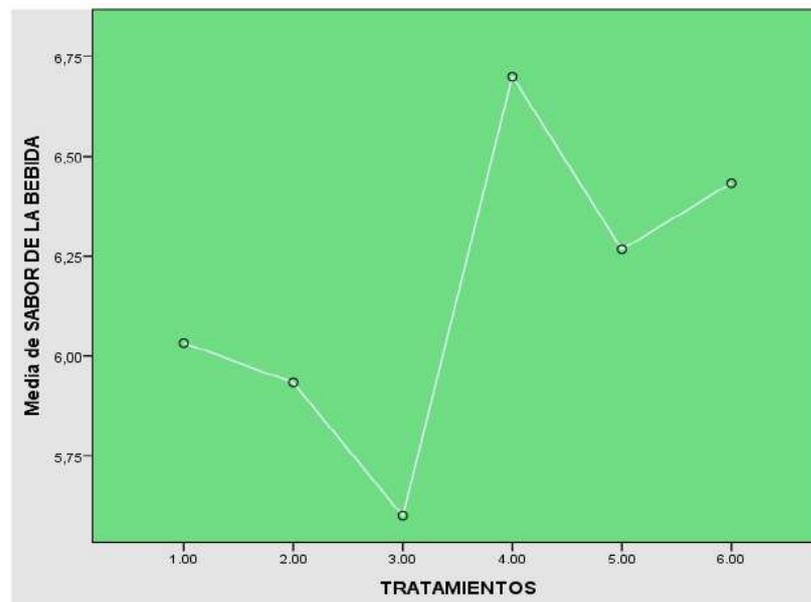


Figura 6. Medias con respecto al sabor de la bebida destilada.

Fuente: IBM SPSS Statistics.

4. Aspecto general

En la Tabla 15, se observa que la relación tiempo – temperatura en la destilación no influye de manera significativa en el aspecto general de la bebida. El valor p es igual al valor de referencia ($p=0.05$; $\alpha=0.05$). Por tanto, se acepta la hipótesis nula.

Tabla 15

Análisis de varianza para el aspecto general del producto terminado

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
PUNTAJE ASPECTO GENERAL	Inter- grupos	12.844	5	2.569	2.275	0.05
	Intra- grupos	196.467	174	1.129		
	Total	209.311	179			

Fuente: Elaboración propia.

Este atributo no presenta evidencia estadística; este depende de las características que presentan las bebidas porque engloba el sabor, color y olor; y, para todos los tratamientos, son idénticos. Por ello, el catador, al momento de realizar su análisis sensorial, no opta por un mejor tratamiento.

5. Intención de compra

En la Tabla 16, se observa que la relación tiempo – temperatura en la destilación influye de manera significativa en la intención de compra de la bebida. El valor p es menor al valor de referencia ($p=0.013$; $\alpha=0.05$). Por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 16

Análisis de varianza para la intención de compra

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
INTENCIÓN DE COMPRA	Inter-grupos	12.667	5	2.533	2.996	0.013
	Intra-grupos	147.133	174	.846		
	Total	159.800	179			

Fuente: Elaboración propia.

La intención de compra depende de muchos factores: por ejemplo, el sabor, la apariencia general, el color y olor de la bebida. Por ello, se presenta una evidencia significativa: el catador va a preferir el mejor tratamiento y optará por comprarlo. Para una mejor apreciación, se realizó un análisis estadístico descriptivo de los tratamientos. De ese modo, se determina el mejor resultado con respecto a la intención de compra. Dicho valor se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17

Análisis estadístico descriptivo con relación a la intención de compra

	TRATAMIENTOS	N	Media	Desviación típica
INTENCIÓN DE COMPRA	1	30	3.50	1.07479
	2	30	3.47	0.86037
	3	30	3.40	0.81368
	4	30	4.13	0.86037
	5	30	3.90	0.80301
	6	30	3.80	1.06350
	Total	180	3.70	0.94485

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17, se muestran los resultados del análisis estadístico descriptivo de los tratamientos con relación a la intención de compra. Se observó que el tratamiento 4 obtuvo mayor aceptabilidad, con una media de 4.13; por el contrario, el tercer tratamiento presentó una menor aceptabilidad con una media de 3.40.

En la Tabla 18, se observa el análisis post hoc de Tukey de la intención de compra de la bebida destilada. Esta compara cada tratamiento con el resto de tratamientos. Para determinar la media que difiere, se verificó la diferencia significativa entre el tratamiento 3 y 4, ya que el valor p es menor al valor de referencia ($p=0.028$; $\alpha=0.05$).

Tabla 18

Análisis post hoc de Tukey para la intención de compra

	(I) TRATAMIENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
INTENCIÓN DE COMPRA	1.00	2.00	.03333	1.000	-.6509	0.7175
		3.00	.10000	.998	-.5842	.7842
		4.00	-.63333	.087	-1.3175	.0509
		5.00	-.40000	.544	-1.0842	.2842
		6.00	-.30000	.804	-.9842	.3842
		1.00	-.03333	1.000	-.7175	.6509
	2.00	3.00	.06667	1.000	-.6175	.7509
		4.00	-.66667	.061	-1.3509	.0175
		5.00	-.43333	.452	-1.1175	.2509
		6.00	-.33333	.725	-1.0175	.3509
	3.00	1.00	-.10000	.998	-.7842	.5842
		2.00	-.06667	1.000	-.7509	.6175
		4.00	-.73333*	.028	-1.4175	-.0491
		5.00	-.50000	.289	-1.1842	.1842
		6.00	-.40000	.544	-1.0842	.2842
		1.00	.63333	.087	-.0509	1.3175
	4.00	2.00	.66667	.061	-.0175	1.3509
		3.00	.73333*	.028	.0491	1.4175
		5.00	.23333	.923	-.4509	.9175
		6.00	.33333	.725	-.3509	1.0175
	5.00	1.00	.40000	.544	-.2842	1.0842
		2.00	.43333	.452	-.2509	1.1175
		3.00	.50000	.289	-.1842	1.1842
		4.00	-.23333	.923	-.9175	.4509
6.00		.10000	.998	-.5842	.7842	
1.00		.30000	.804	-.3842	.9842	
6.00	2.00	.33333	.725	-.3509	1.0175	
	3.00	.40000	.544	-.2842	1.0842	
	4.00	-.33333	.725	-1.0175	.3509	
	5.00	-.10000	.998	-.7842	.5842	

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 19 muestra la diferencia de medias. Se indica que, respecto a la intención de compra, el cuarto tratamiento es el mejor; el de menor aceptación, el tercer tratamiento. Para mejor visualización se muestra la Figura 7.

Tabla 19

Subconjuntos homogéneos con respecto a la intención de compra

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3.00	30	3.4000	
2.00	30	3.4667	3.4667
1.00	30	3.5000	3.5000
6.00	30	3.8000	3.8000
5.00	30	3.9000	3.9000
4.00	30		4.1333
Sig.		.289	.061

Fuente: Elaboración propia.

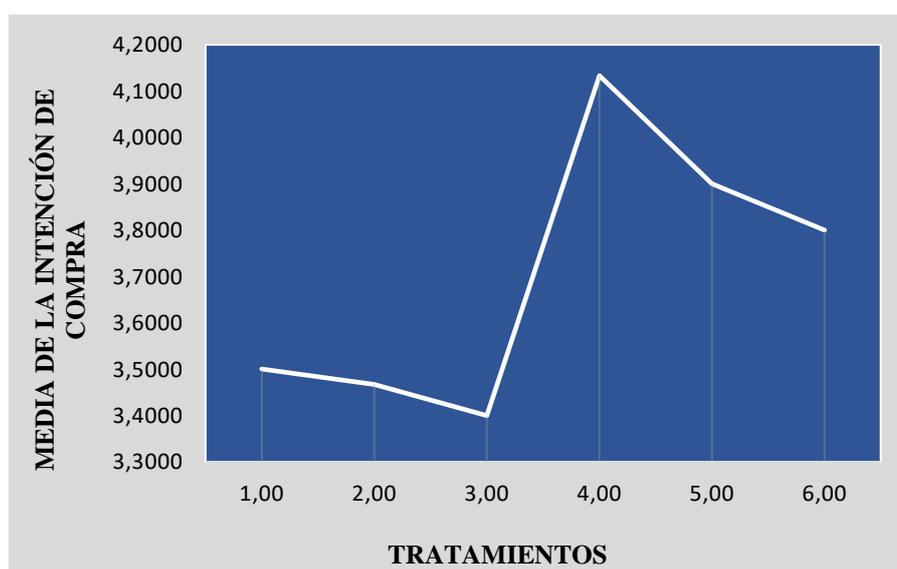


Figura 7. Medias de la intención de compra de la bebida destilada.

Fuente: IBM SPSS Statistics.

3.1.4. Análisis fisicoquímico

En la Tabla 20, se muestran los resultados del análisis fisicoquímico al mejor tratamiento (T4) esto se determinó mediante los resultados estadísticos obtenidos del programa IBM SPSS Statistics. Este tratamiento evidencia lo siguiente: 55 grados

alcohólicos, una concentración de azúcares de 17.2 °Bx, un pH de 2.77 y un porcentaje de acidez titulable de 0.13.

Tabla 20

Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento (T4)

Características fisicoquímicas	Resultados
Grados alcohólicos (GL)	55
°Bx	17.2
pH	2.77
% Acidez titulable	0.13

Fuente: Elaboración propia.

3.2. DISCUSIONES

En este segmento, desarrollaremos la interpretación de los resultados.

3.2.1. Características fisicoquímicas del banano

A partir del análisis fisicoquímico que se realizó a la materia prima (ver Tabla 9), se tuvo como resultado que el banano orgánico de descarte presenta una cantidad de azúcares totales de 22.6 °Bx y un pH de 4.77. Según Ketiku (1973) citado por Hernández & Vit (2009), el contenido de azúcares totales aumenta considerablemente durante la maduración del plátano, desde 1,3 hasta 17,3 %. Al comparar los resultados, se observa una aproximación y semejanza. Por lo tanto, la fruta (banano) que se utilizó en este trabajo de investigación se presentaba en estado maduro y apto para que se utilice en el proceso de la obtención de una bebida destilada.

3.2.2. Rendimiento de la bebida destilada

La bebida destilada que se obtuvo del proceso de destilación del mosto de banano orgánico de descarte, alcanzó un mayor rendimiento en el quinto tratamiento. Este presentó un 9.63 %; es decir, por 10 L de bebida fermentada se alcanzó 0.963 L de bebida destilada. Este tratamiento tuvo como factor tiempo y temperatura 20 min y 95 °C, respectivamente.

Según Mitis (2015), en la bebida destilada de banano se obtuvo un rendimiento de 6.95 % a una temperatura y tiempo de destilación de 55 °C y 1 hora, respectivamente. Al comparar el resultado de la presente tesis con la bibliografía obtenida, se observa que el porcentaje de rendimiento resulta más alto. De este modo, la temperatura y tiempo de destilación influye con respecto al rendimiento de la bebida. Además, la concentración de azúcares, el pH, la acidez del sustrato afectan la fermentación del mosto. Por ello, el método es de fácil ejecución, pero de bajo rendimiento.

Según Benavides y Pozo (2008), la elaboración de una bebida alcohólica destilada (vodka) a partir de tres variedades de “papa” (*Solanum tuberosum* L.) utilizando dos tipos de enzimas, se obtuvo un 6 % de rendimiento a una temperatura de destilación de 75 °C. Este resultado fue menor al porcentaje de rendimiento que se obtuvo en esta investigación, por lo tanto, se reafirma que los diferentes tiempos y temperaturas de destilación utilizados en este trabajo resultaron ser los adecuados, ya que da un alto porcentaje de rendimiento con respecto a las bibliografías de referencia.

3.2.3. Factor tiempo y temperatura con respecto a los atributos del análisis sensorial

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada a 30 estudiantes de la Facultad de Ingeniería Agraria se obtuvieron resultados por cada atributo (color, olor sabor, aspecto general e intención de compra). Estos se analizaron en el programa IBM SPSS Statistics y se logró determinar que no existe diferencia significativa en el atributo de color, olor y aspecto general, ya que su p es mayor al valor de referencia ($\alpha = 0.05$). Por lo tanto, la hipótesis nula se aceptó.

Lo mencionado, evidencia que la diferencia de sus medias, con respecto a los tratamientos, fue mínima. El catador no optó por un tratamiento específico para darle el puntaje de mayor aceptación. Esto se debió a que las seis bebidas (tratamientos) presentaban un mismo color transparente cristalino, muy común en destilados; un olor característico del banano; y, en el aspecto general, una apariencia similar.

Se logró determinar una diferencia significativa entre el atributo del sabor y la intención de compra: el valor de p fue menor al valor de referencia ($\alpha = 0.05$). Por tanto, se rechazó la hipótesis nula. En otros términos, la diferencia entre sus medias fue notoria. Con respecto al sabor, el catador le dio mayor aceptación a la bebida que presentó unos grados alcohólicos tolerables (el cuarto tratamiento), teniendo como resultado, a partir del método de escala hedónica, una media de 6.77 puntos y una calificación entre “me gustó ligeramente” y “me gustó moderadamente”. En cuanto a la intención de compra, el catador se basó en cómo se encuentra el sabor de la bebida para comprar la mejor. En ese caso, se obtuvo como resultado una mayor aceptación en el cuarto tratamiento con una media de 4.13 puntos y una calificación de “probablemente compraría”.

Según Cerro (2011), la evaluación organoléptica realizada a destilados, elaborada por un panel de cuatro jueces semi entrenados a partir de mostos fermentados de higos y por método de escala hedónica, dio como resultado que la muestra “D 1:5” fue el mejor tratamiento. Este presentó una media de 7.68 puntos y una calificación entre bueno y muy bueno respecto al sabor. Al comparar los resultados con la bibliografía obtenida, se observó una aproximación y semejanza. Por tanto, para conseguir el mejor tratamiento, resulta determinante el atributo del sabor en una bebida destilada.

De acuerdo con Benavides y Pozo (2008), en la elaboración de una bebida alcohólica destilada (vodka) a partir de tres variedades de “papa” (*Solanum tuberosum*) se logró evaluar mediante pruebas organolépticas las características del color, olor, sabor y aspecto general, con una escala hedónica de 1 - 5 puntos y una valoración desde malo hasta excelente. Se determinó que no existe diferencia significativa entre el color, olor y aspecto, con excepción del sabor, ya que el segundo tratamiento obtuvo una mejor aceptación de 4.7 respecto a los catadores. Al compararlo con la presente tesis, se evidenció que los resultados son similares. Dichas características (color, olor y aspecto general) no presentan una diferencia significativa: el color es parecido en todos los tratamientos; el olor, característico al banano; y, el aspecto general, propio de una bebida destilada.

3.2.4. Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento

El resultado del análisis fisicoquímico realizado al mejor tratamiento (T4), con respecto a la relación tiempo y temperatura de destilación, evidencia un valor de 55 grados de alcohol, 17.2 °Bx, un pH de 2.77 y un porcentaje de acidez de 0.13. Los grados de alcohol de la bebida destilada de banano orgánico de descarte se encuentran dentro de los valores permitidos por el Proyecto Reglamento Ron (2006), el cual indica que el ron tiene como 32.00 como valor mínimo y 75.5 como valor máximo de grados de alcohol. Observando el mejor tratamiento (T4), este contiene 55 grados de alcohol, valor que está entre el rango tolerado.

Con respecto al pH de la bebida destilada, Cerro (2011), en su trabajo de investigación de elaboración de una bebida destilada a partir de mostos fermentados de higo, determina como resultado final del mejor tratamiento, un valor de 3.7 de pH. Al comparar dicho resultado con la presente tesis, el 2.77 pH resulta ser menor. Este se debe al tipo de fruta que se está trabajando, a las condiciones que se dieron en el proceso de fermentación y al momento de la destilación.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES

1. Evaluando los factores tiempo y temperatura, con tres y dos niveles, respectivamente, se obtuvo un destilado alcohólico de “banano” orgánico de descarte (*Musa sapientum* L.) variedad Williams.
2. Se logró determinar el nivel de temperatura y tiempo en el proceso de destilación, el cual fue 90 °C y 15 min, respectivamente (T1). Esto dio como resultado una mayor concentración de grados de alcohol (70 GL).
3. Se elaboró un diagrama de operaciones, en el cual se detalla las 13 etapas del proceso de obtención de una bebida destilada a partir de banano de descarte. Se empezó con la recepción de la materia prima y culminó con el almacenamiento de la bebida destilada.
4. Al evaluar el °Bx, pH y grados de alcohol en el fermento (Apéndice 4 y 5) de la presente investigación, se concluyó que la fermentación constituye un proceso anaeróbico realizado por levaduras. Estas transforman el azúcar en alcohol etílico, las cuales se muestra en una descendencia de °Bx y pH, y se convierten en alcohol durante la fermentación. A medida que disminuye el °Bx, aumenta la cantidad de alcohol en líquido. El proceso duró aproximadamente doce días, realizando el corte de fermentación en 5 °Bx y un pH de 3.5.
5. Los resultados del análisis fisicoquímico del mejor tratamiento (T4) determinaron la calidad e inocuidad de la bebida destilada. Se obtuvo como resultado 55 grados de alcohol, una concentración de azúcares de 17.2 °Bx, un pH de 2.77 y un % de acidez de 0.13.
6. Mediante un balance de materia, se logró determinar el porcentaje de rendimiento de la bebida destilada con respecto a la materia prima (Apéndice 8). Se obtuvo que el

mayor porcentaje de rendimiento corresponde al tratamiento 5 con un 9.63 %, bajo una temperatura de 95 °C y un tiempo de 20 min.

7. Los resultados de los análisis sensoriales con escala hedónica analizados en el programa SPSS, con una significancia de 5 %, estableció al cuarto tratamiento como el de mayor aceptación con respecto a las características evaluadas (color, olor, sabor, aspecto general e intención de compra).

CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar más investigaciones con respecto al efecto de la temperatura y tiempo en el proceso de destilación mediante diferentes niveles a los estudiados. De ese modo, se podrá determinar si existe un mayor porcentaje de rendimiento con respecto a la materia prima.
2. Se recomienda continuar con estudios de investigación para la obtención de bebidas destiladas de diferentes pulpas de descartes de frutas. Esto generaría nuevos productos para las empresas agroindustriales y, consecuentemente, un mayor ingreso. Además, favorecería a los pequeños productores, ya que se crearían nuevas fuentes de trabajo, así como el incremento de la productividad.
3. Se recomienda continuar estudios utilizando equipos de mejor tecnología o diseñando y aplicando equipos para este tipo de procesos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, CH. L. (2016). *Cinética de la extracción de alcohol de la planta macha macha (Peruvian jancs) por el método de fermentación*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3324/Apaza_Choquehuanca_Lourdes_Yasmin.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Baeza, A. (2005). *Química analítica instrumental I. introducción a la electroquímica analítica*. Recuperado de http://microelectrochemalexbaeza.com/wp-content/uploads/2015/04/Documento_de_apoyo_Metodos_Electrometricos_2078.pdf
- Benavides, A. I. y Pozo, L. M. (2008). *Elaboración de una bebida alcohólica destilada (vodka) a partir de tres variedades de papa (Solanum tuberosum) utilizando dos tipos de enzimas*. (Tesis de grado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/327/1/03%20AGI%20226%20TESIS.pdf>
- Cárdenas, D. F. (2009). *Estudio del mercado de la cadena de plátano*. Dirección de Promoción de Competitividad. Recuperado de http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/banano/estudio_platano.pdf
- Cerro, R. S. (2011). Obtención y evaluación de destilados a partir de mostos fermentados de higos (*Ficus carica* L) secos y rehidratados de Tacna. *Ciencia y desarrollo*. (13). Recuperado de revistas.unjbg.edu.pe/index.php/CYD/article/download/408/359
- Cuellar, L. J. y Morales, G. M. (2005). *Efecto de la densidad y sistema de siembra sobre el rendimiento en banano Musa AAA variedad Williams en la zona bananera departamento del Magdalena*. (Tesis de grado). Universidad del Magdalena. Santa Marta. Colombia. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/densidad-sistema-siembra-banano-williams/densidad-sistema-siembra-banano-williams.pdf>
- De Martin, B. A. (2005). *Control del metabolismo de Saccharomyces cerevisiae en la síntesis de glutatión*. (Tesis de doctorado). Universidad de Granada. Granada. España. Recuperado de <https://hera.ugr.es/tesisugr/15792390.pdf>
- Díaz, S. (2010). *Fermentación Alcohólica*. Recuperado de <http://poica2010c.wordpress.com/2010/04/>.
- Enartis Ferm. (2013). *Saccharomyces cerevisiae ex Rf. bayanus*. Recuperado de https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/176089/150220114035.pdf

- Espinoza, C. F. (2013). *Obtención de etanol mediante hidrólisis alcalina, enzimática y fermentación a partir del excedente orgánico del banano variedad Musa paradisiaca*. (Tesis de grado). Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1821/1/T-UCE-0017-44.pdf>
- Espinoza, A. S. (2015). *Obtención de alcohol etílico a partir del almidón de banano*. (Tesis de grado). Universidad técnica de Machala. Machala. Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2865/1/CD000002-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>
- Falder, R. A. (2007). *Enciclopedia de los alimentos*. Madrid: Mercasa.
- Galantini, M. L., Romero, C. A., Urrego, E., y Castro, E. (2014). *El banano peruano: Producto estrella de exportación*. Lima, Perú: MINAGRI
- Gagneten, A., Imhof, A., Marini, M., Zabala, J., Tomas, P., Amavet, P., Ravera, L. y Ojea, N. (2015). Biología, conceptos básicos. *La célula*. Universidad Nacional del Litoral. Recuperado de http://www.unl.edu.ar/ingreso/cursos/biologia/wp-content/uploads/sites/9/2016/11/BIO_04.pdf.pdf
- Girón, M. G. y Funes, F. L. (2013). *Obtención de alcohol etílico por medio de fermentación alcohólica de las cascaras de Musa paradisiaca (plátano) utilizando como microorganismo productor Saccharomyces cerevisiae (levadura)*. (Tesis de grado). Universidad de El Salvador. El Salvador. Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/4719/1/16103389.pdf>
- Guzmán, V. R. (2014). *Estudio experimental de la elaboración de puré de banano orgánico de la región Piura*. (Tesis de grado). Universidad de Piura. Piura. Perú. Recuperado de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2044/ING_546.pdf?sequence=1
- Hernández, L. y Vit, P. (2009). El plátano: Un cultivo tradicional con importancia nutricional. *Fuerza farmacéutica*. 2 (13), 11-14. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/174598085/Plata-No>
- Instituto Nacional de Defensa de la competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI], (2003). Norma Técnica Peruana [NTP] 210.019: Bebidas alcohólicas. Definiciones. Lima, Perú.
- Iñiguez, J. (2010). *Algunas Consideraciones Teórico-Prácticas Sobre La Destilación Intermitente En Alambique Simple De Mostos Fermentados, Y Ordinarios*. Recuperado de http://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin17/URL_17_QUI01_FERMENTACION.pdf
- Kader, A. A. (2012). *Calidad post cosecha en plátano*. Técnico Agrícola. Recuperado de <http://www.tecnicoagricola.es/calidad-postcosecha-en-platano/>
- Lagos, L. F. (1999). *Levaduras autóctonas aisladas en vinos de la comarca de Laujar de Andarax (Almería). Su influencia en la calidad*. (Tesis de doctorado). Universidad

- de Granda. Granada. España. Recuperado de <https://hera.ugr.es/tesisugr/1654660x.pdf>
- Millán, C. L. y Ciro, V. H. (2012). *Caracterización mecánica y fisicoquímica del banano tipo exportación (Cavendish valery)*. Recuperado de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle/10567/136>
- Mitis, M. H. (2015). *Evaluación del proceso de extracción de etanol a partir de Ananas comosus (Piña), Citrus reticulata (Naranja) y Musa paradisiaca (Banano)*. (Tesis de grado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo. Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/618/1/T-UTEQ-0046.pdf>
- Moya, G. C. (2007). *Informe sobre el alcohol*. Recuperado de <https://www.uv.es/=choliz/asignaturas/adicciones/InformeAlcohol2007.pdf>
- Monsalve, G. J., Medina, P. V., y Ruiz, C. A. (2006). Producción de etanol a partir de la cáscara de banano y de almidón de yuca. *Dyna*. 73 (150), 21-27. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v73n150/a02v73n150.pdf>
- Moreno, A. J. (2016). *Obtención de alcohol étlico de frutos de cuajilote (Parmentiera edulis)*. (Tesis de grado). Universidad de ciencias y artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez. México. Recuperado de <https://repositorio.unicach.mx/bitstream/20.500.12114/262/1/ALI%20583.115%20M67%202016.pdf>
- Pérez, G. J. (2013). *Reacciones químicas*. Recuperado de https://bloqs.xtec.cat/debianita/files/2014/03/REACCIONES-QU%C3%8DMICAS-rev_2013-copia.pdf
- Proyecto Reglamento Ron. (2006). *Proyecto de reglamento técnico sobre la bebida alcohólica denominada ron*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/48064547/norma-ron>
- Reglero, R. G. (2011). Curso de Análisis Sensorial de los Alimentos. *Conceptos Básicos. Importancia del Análisis Sensorial en la Industria Alimentaria*. Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/360486178/358508-pdf>
- Reyes, S. (2015). *El alambique*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/270354823/El-Alambique>
- Rivas, C. y Mota, M. (2006). Bacterias anaerobias. En Universidad de la República (2), *Temas de bacteriología y virología médica* (pp. 355-388). Recuperado de <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/BacteriasAnaerobias.pdf>
- Rojas, M. A. (2015). *Elaboración de una bebida destilada a partir de Prunus persica (Durazno Huaycott) procedente del distrito de Atavillos Bajos – Huaral*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4378/Rojas_ma.pdf?sequence=1

- Sarmiento, D. (2013). *Producción de alcohol a partir de melaza*. Recuperado de <http://www.scribd.com/doc//Producción-deBioEtanol>.
- Solis, R. A. (2007). *El cultivo de plátano (genero musa) en México*. (Tesis de grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, México. Recuperado de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4956/T16494%20%20%20SOLIS%20ROSALES,%20%20ADALBERTO%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
- Torres, S. (2012). Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira. Recuperado de https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/manual_banano.pdf
- Valdés, D. B., Castaño, C. J. y Arias, Z. M. (2002). Obtención de etanol y una bebida alcohólica tipo aperitivo por fermentación de plátano maduro. *Cenicafé*. 53(3), 239-251. Recuperado de [http://www.cenicafe.org/es/publications/arc053\(03\)239-251.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/arc053(03)239-251.pdf)
- Vázquez, H. J. y Dacosta, O. (2007). Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. *Scielo*, 8 (4). Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432007000400004&script=sci_arttext&tlng=pt.
- Vergara, C. E. (2010). *Origen e historia del plátano Musa paradisíaca L*. Recuperado de <https://apiciusysuslibros.blogspot.com/2010/12/origen-e-historia-del-platano-musa.html>
- Zapata, A. M. y Peláez, C. (2010). Producción en continuo de etanol a partir de banano de rechazo (cáscara y pulpa) empleando células inmovilizadas. *Tumbaga*, 5, 49-60. Recuperado de <http://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/57/57>

TERMINOLOGÍA

Alambique: Los alambiques concentran el alcohol, es un aparato utilizado para la destilación de líquidos mediante un proceso de evaporación por calentamiento y posterior condensación por enfriamiento (Reyes, 2015).

Anaerobio: Es aquel germen que solo puede desarrollarse en ausencia de cantidades significativas de oxígeno (O₂) y bajo condiciones de potenciales redox (Eh) muy reducidos. Por tanto, este ser responde a una forma exigente del medio ambiente (Rivas y Mota, 2006).

Análisis fisicoquímico: En el análisis fisicoquímico se utilizan las interacciones energía – materia para efectuar la cuantificación y cualificación del componente (elemento, compuesto o ion). A los métodos fisicoquímicos se le llaman métodos instrumentales de análisis (Baeza, 2005).

Análisis sensorial: Consiste en la realización de diversas pruebas con el fin de evaluar diferentes propiedades o atributos de un producto utilizando los sentidos (Reglero, 2011).

Bebida alcohólica: Es aquella bebida en cuya composición está presente el etanol en forma natural o adquirida, y cuya concentración sea igual o superior al 1 % de su volumen (Moya, 2007).

Destilación: Es el proceso físico que separa, concentra, y/o purifica en mayor o menor grado los componentes de una mezcla líquida en base a sus diferentes puntos de ebullición o presiones de vapor (Iñiguez, 2010).

Levadura: Son pequeños micro hongos que por lo general se encuentran en forma de células únicas y que se procrean mediante gemación. Algunas están formadas por una cierta cantidad de formas celulares incluyendo infinitudes de tipos de filamentos, mientras que otras simplemente están formadas por células individuales y a veces por cadenas cortas (Benavides y Pozo, 2008).

Mosto fermentado: Es aquel que se genera por la combinación fundamental de agua y azúcar (es) originándose la transformación de estos, dando como resultado alcohol etílico por la acción de levaduras (Iñiguez, 2010).

Procesos catabólicos: Son procesos en los cuales las moléculas orgánicas complejas son degradadas. Al romperse los enlaces entre sus componentes entregan parte de su energía química y producen moléculas más sencillas (Gagneten *et al.*, 2015).

Reacción química: Es el proceso por el cual unas sustancias iniciales, denominadas reactivos, presentan unas características y propiedades determinadas, que al transformarse van a generar otras sustancias finales denominadas productos de la reacción, las cuales presentan características diferentes a las primeras. Por lo general se produce un cambio en la naturaleza básica de las sustancias (Pérez, 2013).

APÉNDICES

Apéndice 1. Fotografías del proceso de obtención del destilado alcohólico de banano



Recepción de la materia prima



Lavado de la fruta.



Pelado de la fruta.



Acondicionamiento de la fruta.



Licuada de la fruta.



Corrección del mosto.



Activación e inoculación de la levadura.



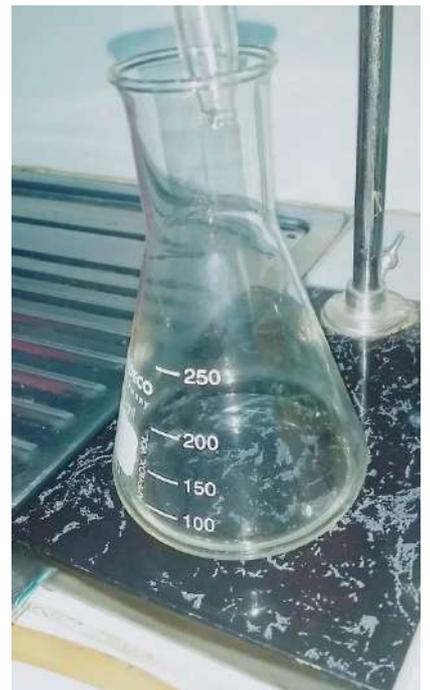
Fermentación.



Filtrado.



Corte de fermentación.



Destilación.

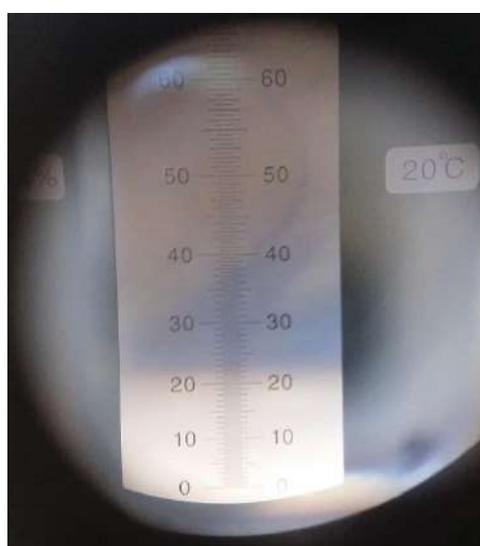
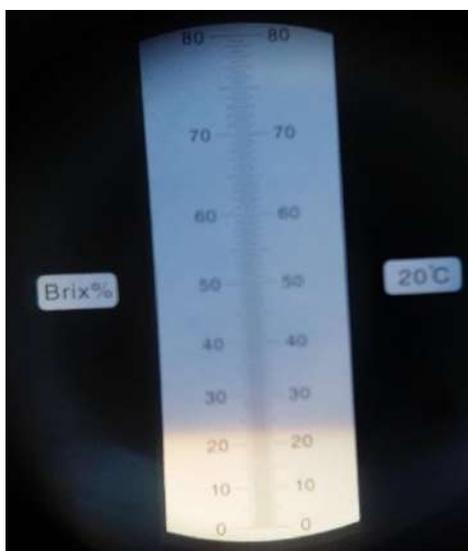


Envasado y almacenamiento.

Apéndice 2. Fotografías de los análisis de °Bx, pH y acidez titulable de la materia prima



Obtención del jugo para los análisis.



Análisis de °Bx.



Análisis de pH.



Análisis de acidez titulable.

Apéndice 3. Promedios de los °Bx, pH y acidez titulable de la materia prima (banano)

°Brix de la materia prima

MUESTRA	°BRIX
1	22
2	23
3	22
4	24
5	22
TOTAL	113
PROMEDIO	22.6

Fuente: Elaboración propia.

°pH de la materia prima

MUESTRA	°BRIX
1	4.75
2	4.74
3	4.81
4	4.77
5	4.79
TOTAL	23.86
PROMEDIO	4.77

Fuente: Elaboración propia.

Acidez de la materia prima

MUESTRA	°BRIX
1	0.32
2	0.3
3	0.34
4	0.33
5	0.3
TOTAL	1.59
PROMEDIO	0.32

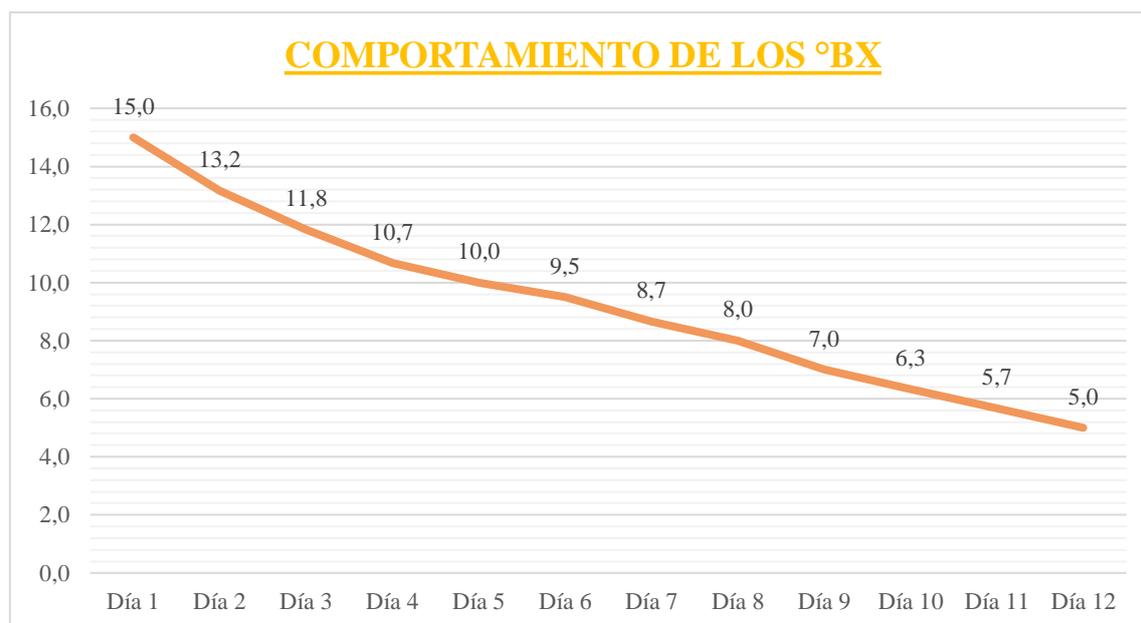
Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 4. Comportamiento de los °Bx en el proceso de fermentación

Relación 1 a 1, corrección a 15 °Brix, corte de fermentación a 5 °Brix

Fuente: Elaboración propia.

	°BRIX						PROMEDIO
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
Día 1	15	15	15	15	15	15	15.0
Día 2	13	13	13	14	13	13	13.2
Día 3	12	12	12	12	12	11	11.8
Día 4	11	10	10	11	11	11	10.7
Día 5	10	10	10	10	10	10	10.0
Día 6	10	9	10	9	10	9	9.5
Día 7	9	8	9	9	9	8	8.7
Día 8	8	7	8	8	9	8	8.0
Día 9	7	6	7	7	8	7	7.0
Día 10	6	6	6	7	7	6	6.3
Día 11	6	5	6	6	6	5	5.7
Día 12	5	5	5	5	5	5	5.0



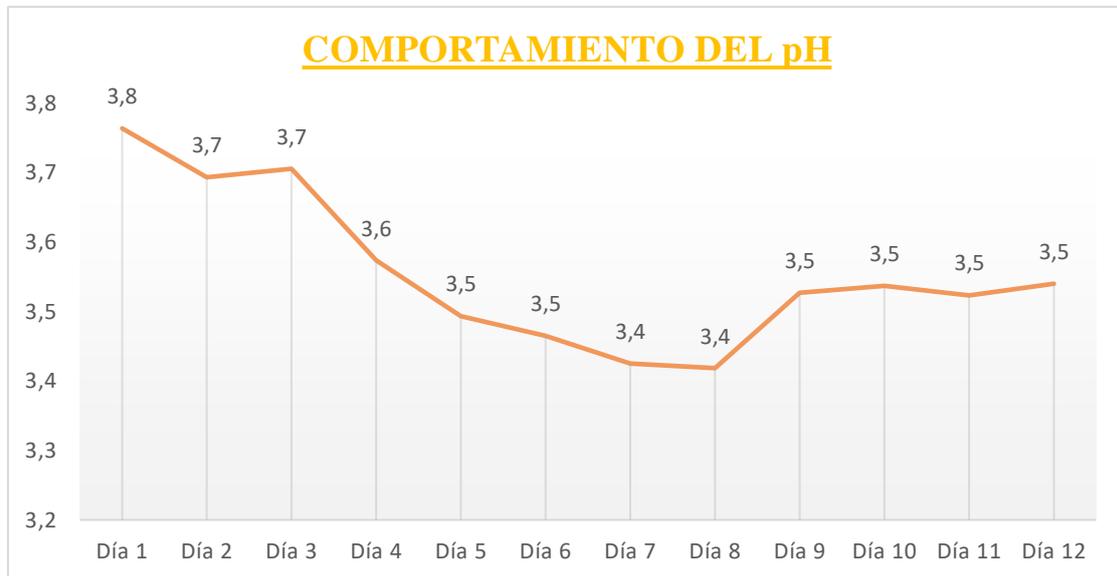
Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 5. Tabla y gráfica del comportamiento del pH en el proceso de fermentación

Relación 1 a 1, intervalo de 3 – 4

	pH						PROMEDIO
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
Día 1	3.81	3.82	3.74	3.7	3.79	3.72	3.8
Día 2	3.71	3.7	3.64	3.67	3.76	3.68	3.7
Día 3	3.69	3.8	3.73	3.6	3.71	3.7	3.7
Día 4	3.5	3.61	3.55	3.56	3.58	3.64	3.6
Día 5	3.4	3.52	3.46	3.57	3.52	3.49	3.5
Día 6	3.37	3.46	3.4	3.54	3.47	3.55	3.5
Día 7	3.36	3.44	3.38	3.46	3.46	3.45	3.4
Día 8	3.37	3.43	3.37	3.45	3.45	3.44	3.4
Día 9	3.49	3.51	3.52	3.44	3.6	3.6	3.5
Día 10	3.5	3.57	3.53	3.6	3.6	3.42	3.5
Día 11	3.47	3.57	3.51	3.57	3.55	3.47	3.5
Día 12	3.52	3.58	3.56	3.6	3.48	3.5	3.5

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 6. Fotografías del análisis fisicoquímico de la bebida destilada



Tratamientos a evaluar.



Análisis de °Bx.



Análisis de pH.



Análisis de los grados de alcohol.



Análisis de acidez titulable.

Apéndice 7. °Bx, pH, acidez titulable y grado alcohólico de la bebida destilada

°Bx de la bebida destilada

TRATAMIENTO	°BX
T1	19
T2	19
T3	19.2
T4	17.2
T5	17
T6	16
TOTAL	107.4
PROMEDIO	17.9

Fuente: Elaboración propia.

°pH de la bebida destilada

TRATAMIENTO	pH
T1	2.99
T2	3.01
T3	2.85
T4	2.77
T5	2.8
T6	2.76
TOTAL	17.18
PROMEDIO	2.86

Fuente: Elaboración propia.

Grados alcohólicos de la bebida destilada

TRATAMIENTO	GRADOS DE ALCOHOL GL
T1	70
T2	69
T3	63
T4	55
T5	53
T6	50
TOTAL	360
PROMEDIO	60.0

Fuente: Elaboración propia.

Acidez titulable de la bebida destilada

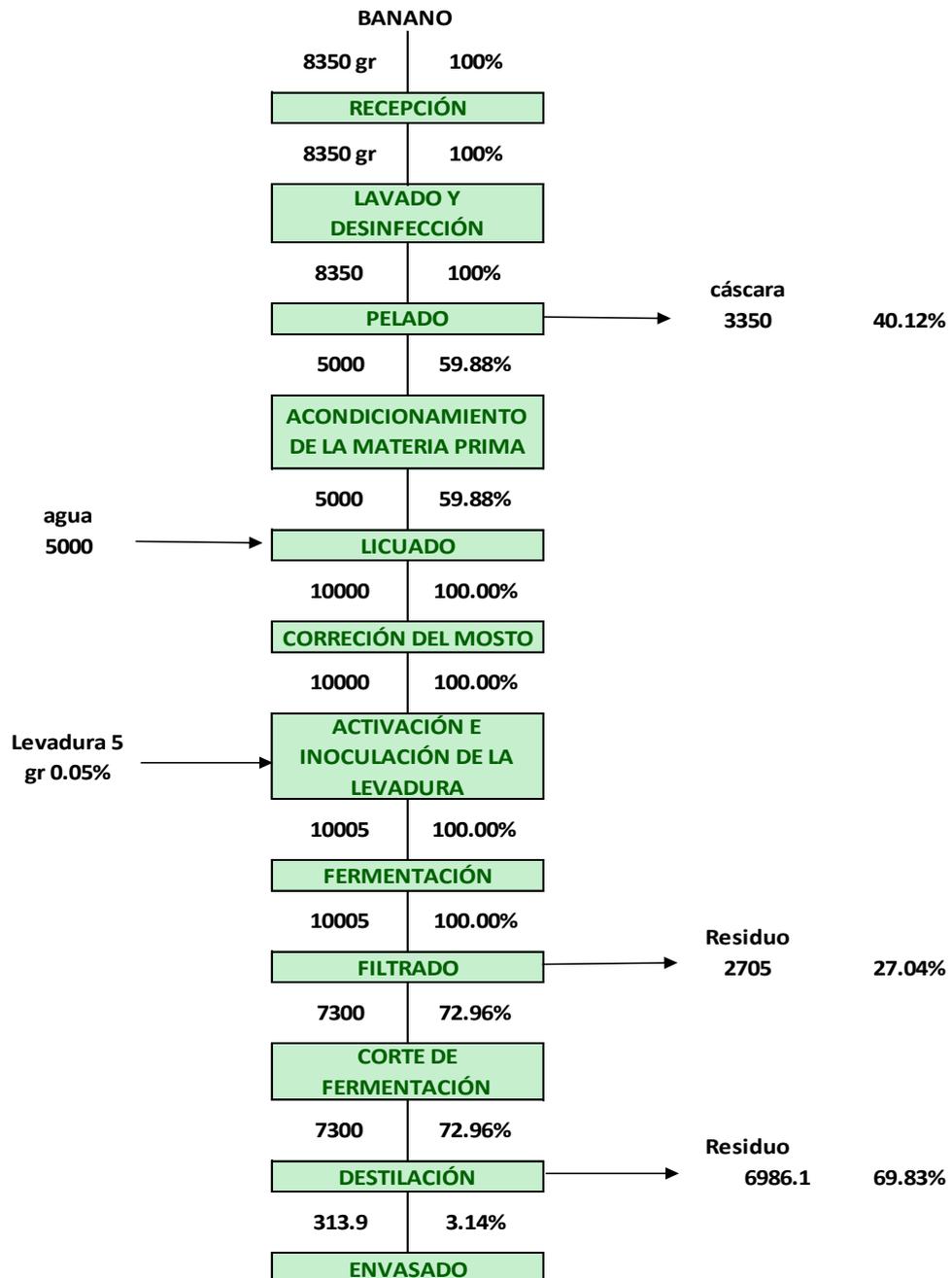
TRATAMIENTO	ACIDEZ TITULABLE
T1	0.12
T2	0.15
T3	0.12
T4	0.13
T5	0.14
T6	0.12
TOTAL	0.78
PROMEDIO	0.13

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 8. Cálculo de rendimiento del destilado con respecto a la materia prima

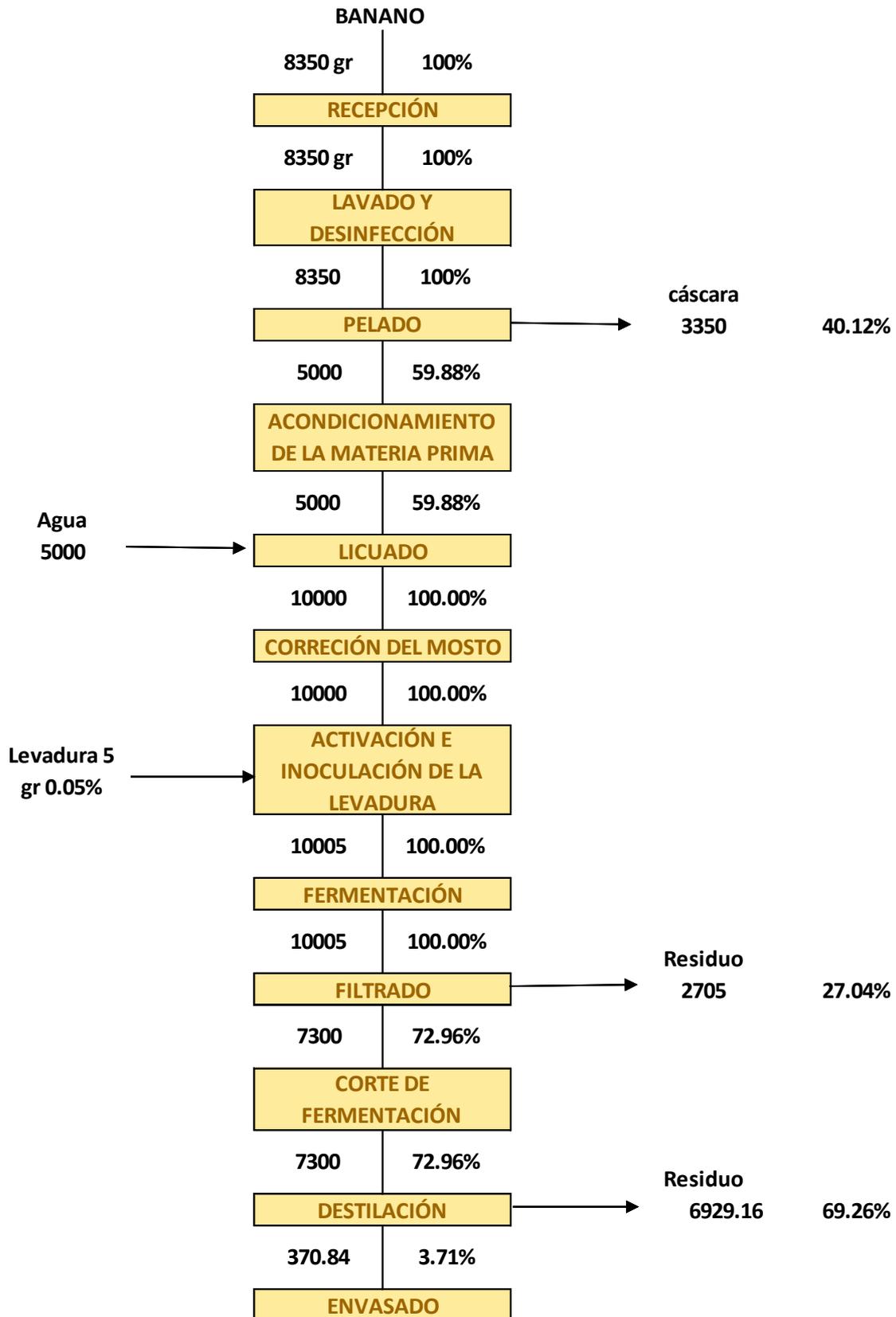
Para todos los tratamientos se realizó un balance de materia. Con este procedimiento se logró determinar el porcentaje de rendimiento.

Tratamiento 1



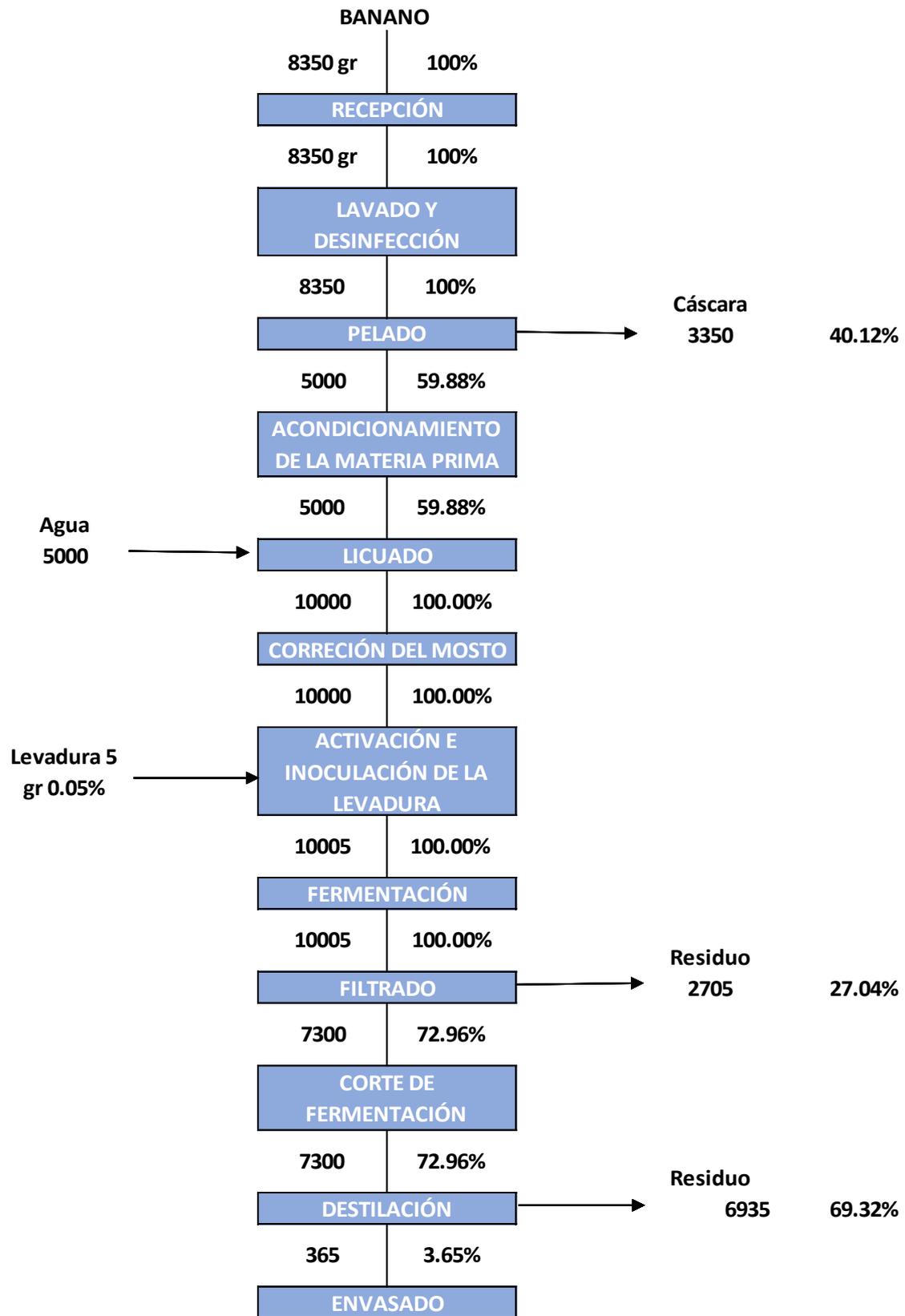
Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento 2



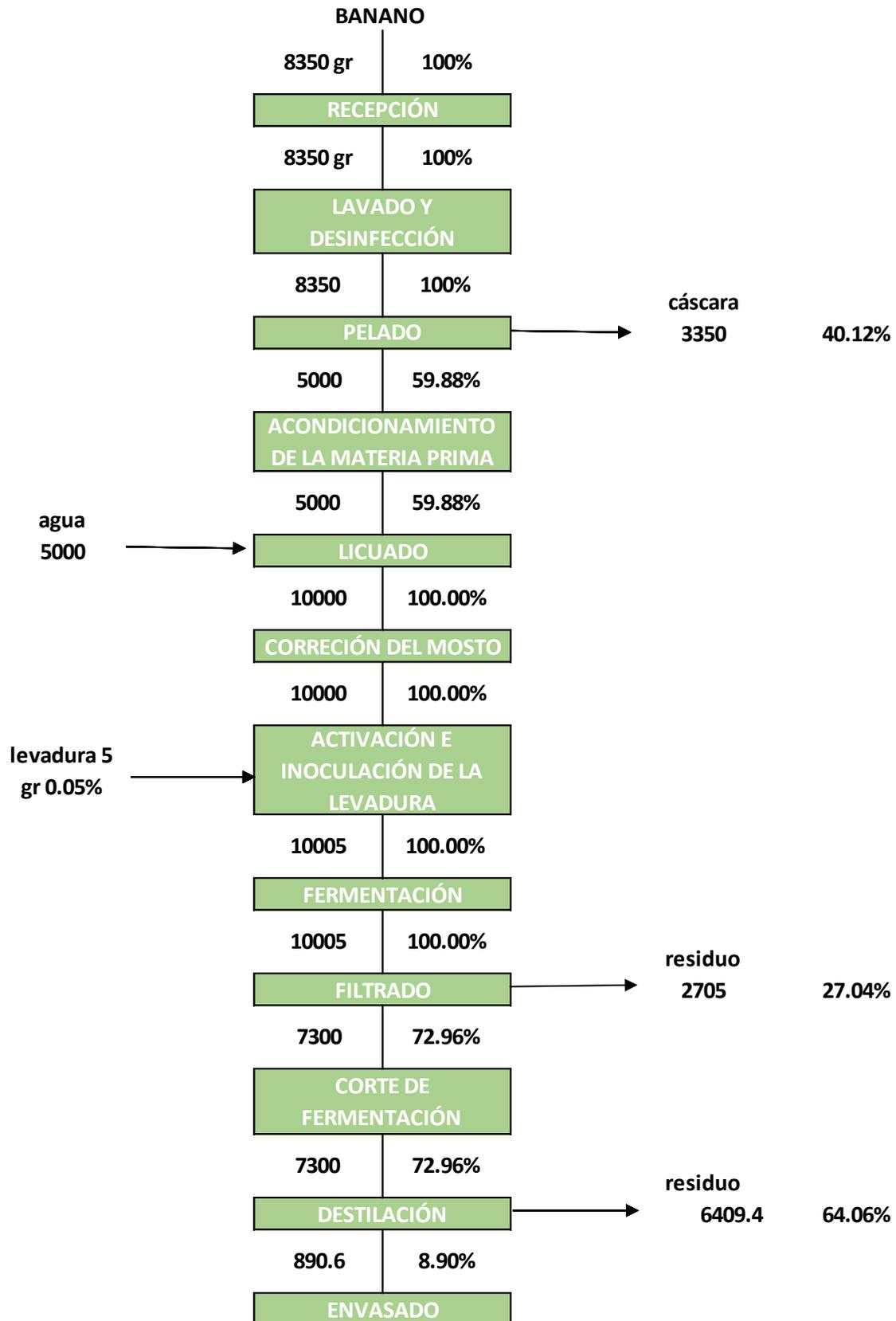
Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento 3



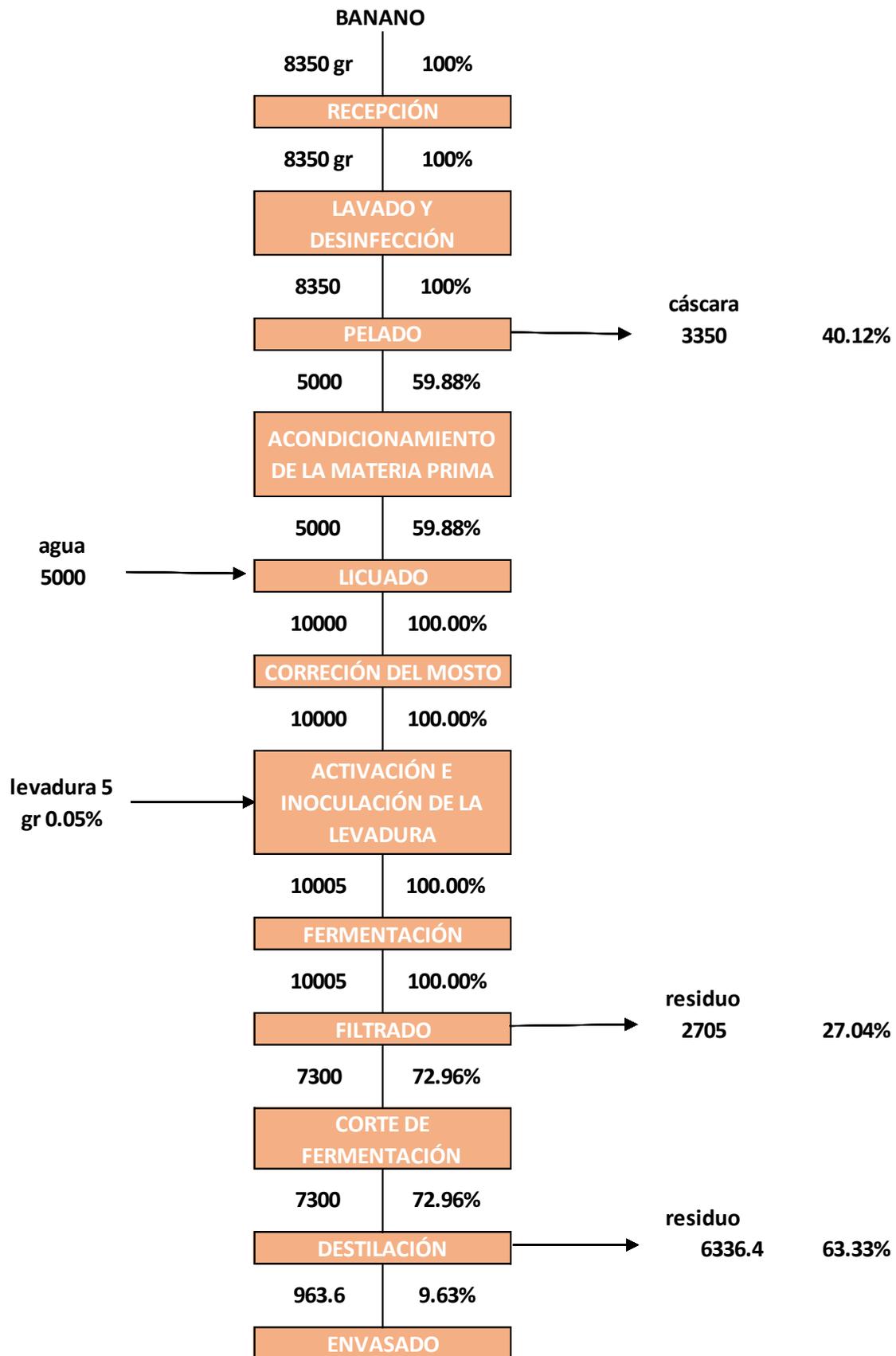
Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento 4



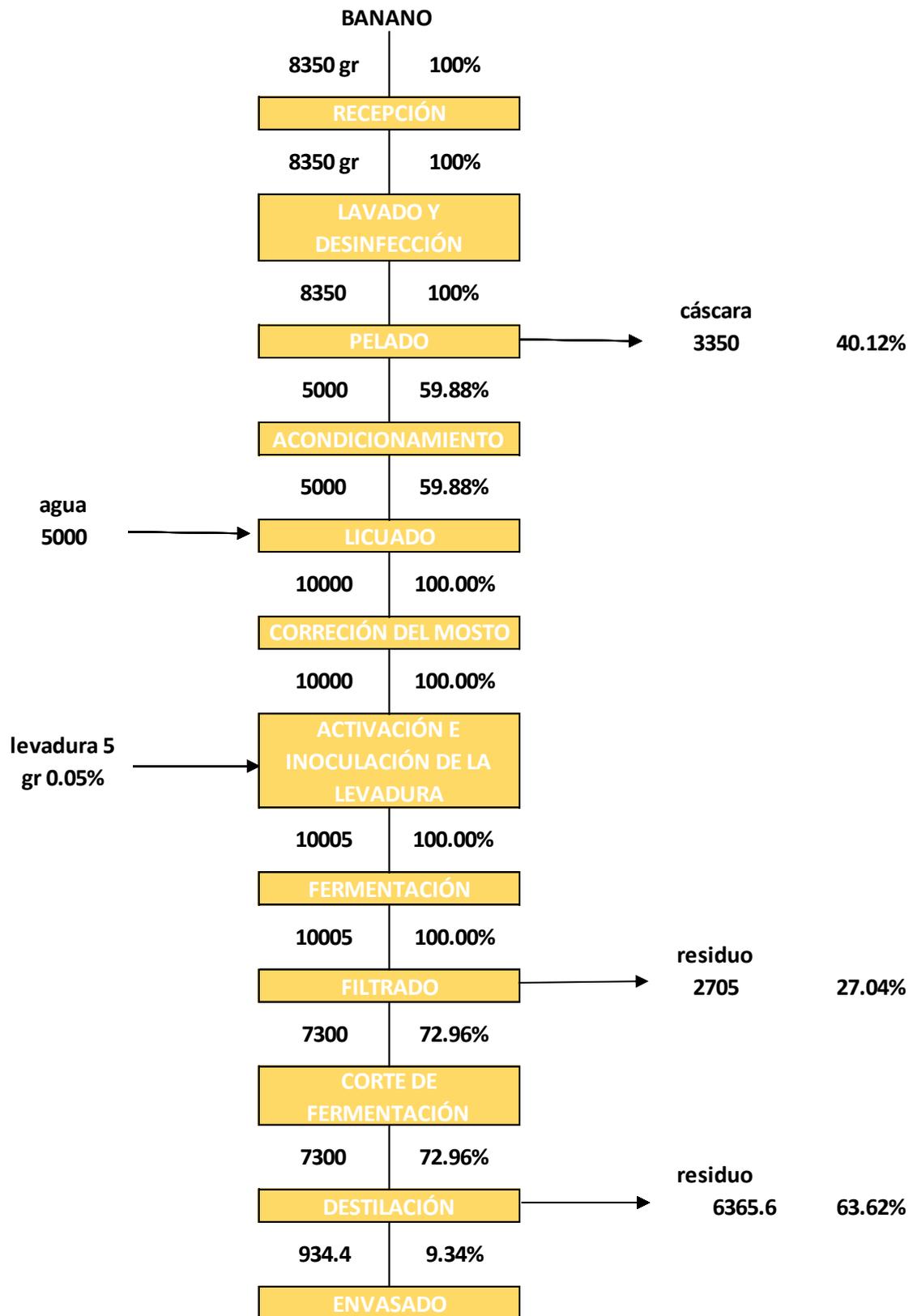
Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento 5



Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento 6



Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del rendimiento de los destilados con respecto a la materia prima.

➤ Tratamiento 1

$$\% R = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100\%$$

$$\% R = \frac{313.9}{100005} * 100\% = 3.14\%$$

➤ Tratamiento 2

$$\% R = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100\%$$

$$\% R = \frac{370.84}{100005} * 100\% = 3.71\%$$

➤ Tratamiento 3

$$\% R = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100\%$$

$$\% R = \frac{365}{100005} * 100\% = 3.65\%$$

➤ Tratamiento 4

$$\% R = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100\%$$

$$\% R = \frac{890.6}{100005} * 100\% = 8.90\%$$

➤ Tratamiento 5

$$\% R = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100\%$$

$$\% R = \frac{963.6}{100005} * 100\% = 9.63\%$$

➤ Tratamiento 6

$$\% R = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100\%$$

$$\% R = \frac{934.4}{100005} * 100\% = 9.34\%$$

Apéndice 9. Ficha de evaluación sensorial para la bebida destilada alcohólica de banano orgánico

Nombre: _____

Fecha: _____

Edad: _____ **Sexo:** Masculino () Femenino: ()

1. ¿Usted ha consumido alguna vez una bebida destilada alcohólica de banano orgánico?

- Sí
- No

2. Si la respuesta es positiva, mencione dónde lo ha adquirido:

- Preparado en casa.
- Comprado en el mercado.
- Comprado en el supermercado.
- Comprado en una tienda de bebidas alcohólicas.
- En otro lugar (especifique): _____

3. Por favor, evalúe cuidadosamente cada muestra (vaso) codificado de la bebida destilada alcohólica de banano y, utilizando la escala que se presenta, califique cuánto le gustó o disgustó el producto en relación a los siguientes atributos:

- 9** - Me gustó extremadamente.
- 8** - Me gustó mucho.
- 7** - Me gustó moderadamente.
- 6** - Me gustó ligeramente.
- 5** - No me gustó ni me disgustó.
- 4** - Me disgustó ligeramente.
- 3** - Me disgustó moderadamente.
- 2** - Me disgustó mucho.
- 1** - Me disgustó extremadamente.

MUESTRA N°	246	467	389	599	134	273
Color						
Olor						
Sabor						
Aspecto general						

4. Utilizando la escala de abajo, exprese su parecer con relación a la intención de compra de la muestra evaluada de la bebida destilada alcohólica de banano orgánico.

5 – Seguramente compraría.

4 - Probablemente compraría.

3 - Tal vez compraría / tal vez no compraría.

2 - Probablemente no compraría.

1 - Seguramente no compraría.

MUESTRA N°	246	467	389	599	134	273
NOTA						

5. Si tuviera algún comentario relacionado a los atributos que más le gustaron o disgustaron de alguna muestra de la bebida destilada alcohólica de banano orgánico, desarróllela con sus propias palabras en los renglones de abajo. No se olvide en identificar la (o muestras) que hace refiere:

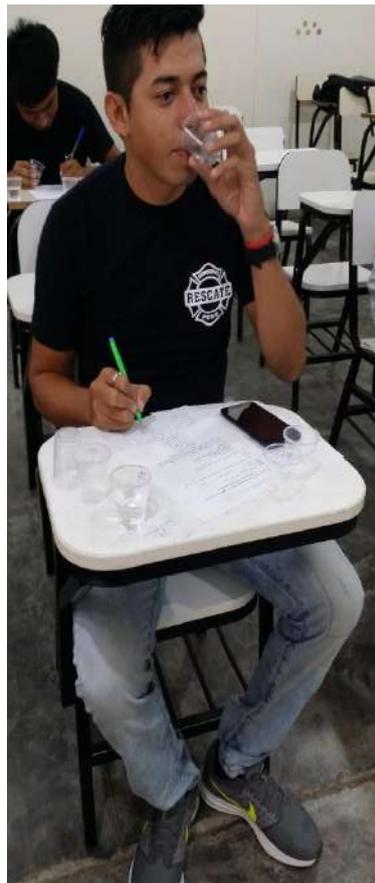
Muestra

N°: _____

¡Muchas gracias por su participación!

Apéndice 10. Fotografías de la evaluación sensorial





Apéndice 11. Matriz de los resultados del análisis sensorial de la bebida destilada

Tabla de base de datos del análisis sensorial

CONSUMIDOR	TRATAMIENTOS																							
	T1 (246)				T2 (467)				T3 (389)				T4 (599)				T5 (134)				T6 (273)			
	C	O	S	AG	C	O	S	AG	C	O	S	AG	C	O	S	AG	C	O	S	AG	C	O	S	AG
1	7	6	5	6	7	7	7	7	8	7	7	7	8	6	6	7	8	6	5	6	8	7	7	7
2	8	7	8	8	9	8	9	8	7	6	4	6	7	8	7	7	6	7	7	7	8	7	7	7
3	7	6	8	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	5	6	6	6	5	6	5	6	5	5
4	7	7	5	6	7	6	7	7	6	5	5	5	6	7	6	6	7	7	6	6	6	7	6	6
5	6	6	4	5	7	7	7	7	7	7	6	6	7	6	7	7	7	8	7	7	7	7	8	7
6	7	6	7	6	8	9	6	8	7	7	6	7	8	7	7	8	7	8	7	8	7	6	6	7
7	7	8	7	8	7	6	7	6	7	5	8	7	7	6	8	8	7	5	7	7	7	5	6	6
8	6	7	7	7	7	8	6	7	7	4	5	5	8	7	8	8	6	6	7	7	6	7	5	6
9	8	7	3	6	8	8	5	7	8	8	5	7	9	8	7	8	9	8	4	7	8	8	8	8
10	7	8	7	7	7	7	6	7	7	8	7	8	7	5	5	6	7	6	5	6	7	7	8	7
11	9	9	7	6	9	9	6	5	9	9	7	6	9	9	8	7	9	9	7	6	9	9	7	6
12	9	8	8	8	9	7	8	8	9	5	5	5	9	7	7	7	9	8	8	8	9	8	8	8
13	8	8	5	5	8	6	5	5	8	7	6	6	8	6	7	7	8	6	8	7	8	6	8	7

Tabla de base de datos del análisis sensorial (continuación)

14	8	7	6	6	7	7	7	7	8	7	6	6	8	8	8	8	8	7	7	7	8	7	7	8
15	8	8	5	6	7	6	2	4	6	8	6	7	7	8	7	6	7	6	3	5	8	7	4	4
16	8	8	7	6	7	6	5	5	7	6	4	5	6	7	5	5	8	7	8	7	7	6	5	5
17	8	6	3	6	8	7	3	6	8	6	3	5	8	7	3	5	8	6	5	7	8	6	4	6
18	6	6	6	7	5	6	4	5	6	5	3	4	6	6	5	5	6	6	6	6	5	5	4	4
19	6	8	6	7	5	4	6	5	6	7	6	7	8	6	7	8	8	6	8	7	8	7	7	9
20	5	7	8	8	6	9	6	7	7	7	6	6	6	8	5	6	8	9	6	8	7	9	7	7
21	7	8	7	8	8	6	8	5	7	7	7	8	8	6	7	7	6	6	7	8	5	6	7	5
22	5	6	5	6	7	8	5	8	7	7	5	8	7	8	6	8	7	8	7	8	7	8	6	8
23	8	6	6	7	8	6	5	7	8	6	6	7	8	7	7	8	8	6	5	7	8	8	8	8
24	6	5	6	5	8	6	8	9	7	8	5	6	7	8	9	9	6	7	6	7	7	6	5	6
25	7	6	7	6	8	9	6	8	7	7	6	7	8	7	8	8	7	8	7	8	7	6	7	7
26	9	9	7	6	9	9	6	5	9	8	7	6	8	9	9	8	8	8	7	6	8	9	7	6
27	5	7	7	8	6	9	6	7	7	7	6	6	6	9	7	6	8	8	6	8	7	9	7	7
28	9	7	4	7	9	7	4	7	9	7	4	5	9	8	4	6	9	7	6	8	9	7	5	7
29	7	6	7	6	8	9	6	8	7	7	6	7	8	7	8	8	7	8	7	8	7	6	6	7
30	8	7	3	6	8	8	5	7	8	8	5	7	9	8	8	8	9	8	4	7	8	8	8	7

Tabla de base de datos de la intención de compra

CONSUMIDOR	INTENCIÓN DE COMPRA					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	3	4	4	3	3	4
2	4	5	3	3	4	4
3	5	4	4	3	3	3
4	2	4	3	4	4	2
5	2	3	3	4	4	4
6	3	4	4	5	4	4
7	4	3	4	4	3	2
8	4	3	1	5	4	3
9	1	3	3	5	4	5
10	5	3	3	4	3	4
11	3	3	4	5	4	3
12	5	5	3	4	5	5
13	3	3	4	4	5	5
14	4	4	5	5	5	5
15	3	2	4	4	3	2
16	3	2	2	2	3	2
17	4	3	4	3	5	4
18	5	4	2	3	5	2
19	4	2	4	4	3	5
20	4	4	3	4	4	5
21	5	4	4	5	3	3
22	4	4	3	4	5	4
23	3	2	3	4	2	5
24	4	5	3	5	4	4
25	3	4	4	5	4	4
26	3	3	4	5	4	3
27	4	4	3	5	4	5
28	4	3	4	3	5	4
29	3	4	4	5	4	4
30	1	3	3	5	4	5

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 12. Ficha técnica de *saccharomyces cerevisiae*



Saccharomyces cerevisiae ex rf. bayanus

SB

Ficha Técnica: Enartis FERM SB
Revisión n.º Diciembre 2013
Pag. 1/2



SEGURIDAD FERMENTATIVA.
Elevada tolerancia al alcohol. Reducidas exigencias nutricionales.
Fermentaciones regulares y completas en las elaboraciones de grandes volúmenes.

CARACTERÍSTICAS GENERALES.

Enartis FERM SB es la cepa de levadura que garantiza la elaboración de todo tipo de vino en condiciones difíciles. Respeta las características varietales de la uva.

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS.

Intervalo óptimo de temperaturas	de 15 a 20°C. Tolerancia bajas T°, 12 °C.
Fase de Latencia	corta.
Velocidad Fermentativa	rápida, regular y completa.
Rendimiento medio azúcar/alcohol	16,5 g de azúcar cada 1% de alcohol.
Tolerancia al alcohol	16% vol.
Factor Killer	neutral. Muy buena implantación.

CARACTERÍSTICAS ENOLÓGICAS.

Necesidad media de nitrógeno.	baja
Necesidad de Oxígeno.	baja
Producción SO ₂	media
Producción H ₂ S	media
Producción de ácidos volátiles	baja
Producción de acetaldehído	baja
Resistencia al SO ₂ libre	media (50 mg/l)
Producción de espuma	baja

APLICACIONES

Vinos blancos, rosados y tintos jóvenes.
Elaboraciones con el objetivo del respeto varietal.
Elaboraciones seguras en grandes volúmenes.
Toma de espuma según el Método Charmat.

DOSIS

- Primera fermentación: 20 a 40g/hL.
Las dosis mayores se aplican en el caso de las uvas seleccionadas, elevadas concentraciones de azúcar y mostos en condiciones microbiológicas no perfectas.
- Toma de espuma método Charmat: 10-20 g/hL.

ENARTIS s.p.a.
San Martino Trucate (MC) Italy
Tel. +39 0521-791.900 - Fax +39 0521-790.947
vino@enartis.it - www.enartis.com

Las indicaciones dadas en esta ficha representan el estado actual de nuestros conocimientos y experiencia. El usuario es responsable e cumple con las normas de seguridad, protección, así como no utilizar el producto de forma ilegítima.



Saccharomyces cerevisiae ex rf. bayanus

SB



enartis FERM

MODO DE EMPLEO

- Preparar un recipiente limpio con 10 veces su peso en agua a una temperatura de 35-38°C. Evitar la utilización de aguas con alto contenido de Cloro.
- Dispersar la levadura sobre el agua poco a poco.
- Esperar 20 minutos su rehidratación.
- Homogeneizar suavemente.
- Agregar la suspensión al mosto o al prensado lo más rápidamente posible, al inicio del llenado del depósito. Evitar saltos térmicos de más de 10°C.

El respeto del protocolo de hidratación y aclimatación garantiza la máxima viabilidad del cultivo.

CONFECCIÓN Y CONSERVACIÓN

Embalaje: paquetes de 0,5 kg al vacío.

Envase cerrado: conservar en un lugar fresco (preferentemente entre 5 y 15°C) y seco.

Envase abierto: cerrar con cuidado y conservar el producto según lo arriba indicado. Consumir inmediatamente.

Producto conforme al CODEX OENOLOGIQUE INTERNACIONAL.

Producto de uso enológico, con arreglo a lo marcado por Reg. (CE) N. 606/2009

Contiene E 491 monosulfato de sorbitán

Fuente: Enartis Ferm (2013).

Apéndice 13. Norma Técnica Peruana. Requisitos organolépticos, físicos y químicos del ron

Requisitos organolépticos para el ron

No	Característica	Requisito
4.3.1	Aspecto	<ul style="list-style-type: none"> Líquido brillante Transparente Sin partículas en suspensión, ni sedimentos
4.3.2	Aroma y sabor	<ul style="list-style-type: none"> Característico del tipo de Ron Libre de olores y sabores extraños
4.3.3	Color	<ul style="list-style-type: none"> Característico del tipo de Ron

Fuente: Proyecto Reglamento ron (2006).

Requisitos fisicoquímicos para el ron

Requisitos Fisicoquímicos	Valores Límite		Métodos de ensayo
	Mínimo	Máximo	
Grado alcohólico a 20 °C, % Alc. Vol. ¹ , ₂	32	75,5	NTP 211.004 ó NTP 210.003
Acidez total, como ácido acético, en mg /100 mL (*)		100	NTP 211.040
Aldehídos totales, como acetaldehído, en mg /100 mL (*)		40	NTP 211.038 ó NTP 211.035
Metanol, como metanol, en mg /100 mL (*)		20	NTP 210.022 ó NTP 211.035
Ésteres totales, como acetato de etilo, en mg /100 mL (*)		200	NTP 211.003 ó NTP 211.035
Alcoholes superiores, como aceite fusel, en mg /100 mL (*)		400	NTP 210.021 ó NTP 211.035
Furfural, como furfural, en mg /100 mL (*)		4	NTP 210.025 ó NTP 211.035
Extracto seco total a 100 °C (g / L)		20	NTP <u>211.041</u>
Suma de componentes volátiles diferentes al alcohol etílico, ³ , en mg /100 mL (*)	20	600	

(*) : Expresado en mg /100 mL AA (AA = alcohol anhidro)

¹ En cuanto al grado alcohólico indicado en el rotulado, se permitirá una tolerancia de $\pm 0,5$ grados alcoholimétricos

² En el caso de Ron a granel, como materia prima para uso en bebidas alcohólicas, se puede aceptar un grado alcohólico de hasta 90 % Alc. Vol. Además debe cumplir con los otros requisitos establecidos en este Reglamento.

³ La determinación de componentes volátiles se realiza con la suma de los resultados de: aldehídos, ésteres, metanol, alcoholes superiores, y acidez volátil.

Fuente: Proyecto Reglamento ron (2006).