



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Unidad de Integración
Curricular previo a la
obtención del título de
Ingeniera en Alimentos

Título de la Unidad de Integración Curricular:

“EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DEL RECHAZO DE
BANANO (*Musa paradisiaca*) PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA
ALCOHÓLICA TIPO VODKA”

Autora:

Oña Cundulle Tania Fernanda

Tutora de la Unidad de Integración Curricular:

Ing. Coello Loor Carol Daniela M. Sc.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2019 -2020



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Tania Fernanda Oña Cundulle, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Tania Fernanda Oña Cundulle

C.I. 050371574-0



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, Ing. Carol Daniela Coello Loor, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Tania Fernanda Oña Cundulle, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado: “Evaluación del aprovechamiento del rechazo de banano (*musa paradisiaca*) para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka”, previo a la obtención del título de Ingeniería en Alimentos, bajo mi dirección, cumpliendo con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Carol Daniela Coello Loor M. Sc.
Directora del Proyecto de Investigación



CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Ing. **Carol Daniela Coello Loor M. Sc.**, en calidad de Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y como Directora certifico que he usado la herramienta informática URKUND producto del análisis se obtuvo una similitud de un 7%, la cual no indica en ningún momento la presencia demostrada de plagio o de falta de rigor en el documento: por consiguiente doy constancia que he revisado la Unidad de Integración Curricular titulada “EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DEL RECHAZO DE BANANO (*Musa paradisiaca*) PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA TIPO VODKA”, el mismo que ha sido elaborado y presentado por la egresada **TANIA FERNANDA OÑA CUNDULLE**, por lo tanto el presente trabajo cumple con los requisitos técnicos y legales por la institución.



Document Information

Analyzed document	Tesis Vodka Oña C. Tania.docx (D77276586)
Submitted	7/29/2020 5:02:00 AM
Submitted by	
Submitter email	tania.ona2014@uteq.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	afernandez.uteq@analysis.orkund.com

Ing. Carol Daniela Coello Loor M. Sc.
Directora del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DEL RECHAZO DE BANANO (*Musa paradisiaca*) PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA TIPO VODKA”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Dr. Martin González Vélez PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Cyntia Erazo Solórzano M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Ángel Fernández Escobar M.Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2020

AGRADECIMIENTO

A mi Padre Celestial por permitirme alcanzar mis metas personales y espirituales.

A mis padres por su esfuerzo y apoyo en toda mi vida.

A mis docentes de la Universidad en especial a mi tutora la Ing. Carol Coello por siempre impulsarme a mejorar, al Ing. Ángel Fernández por su paciencia y su ayuda incondicional, por brindarme su apoyo y amistad en la presente labor científica y a lo largo de mi vida universitaria.

A mis compañeros de clases, a mis amigos Gerson, Jonathan, Dalia y Daniel por brindarme su apoyo.

A todos muchas GRACIAS.

Tania Oña Cundulle

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres Luis y María por ser mi apoyo y guía incondicional toda mi vida y por la confianza que siempre han depositado en mí.

A mis amigos Gerson, Dalia, Jonathan por haber estado siempre para apoyarme y enseñarme, por haber sido mis compañeros de locuras, viajes, risas y anécdotas, mis Piguaves los Amo con mi corazón por alegrarme la vida.

A mis hermanos por brindarme su apoyo, su guía, su ejemplo y su cariño durante toda mi vida.

A Oscar por su amor, apoyo y comprensión durante nuestro camino.

Los quiero por siempre.

Tania Oña Cundulle.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y tuvo como objetivo llevar a cabo la evaluación del aprovechamiento del rechazo de banano (*musa paradisiaca*) con adición de almidón de papa, para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka. Se aplicaron 6 tratamientos y 4 repeticiones, se realizó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial. Los tratamientos analizados se componían de formulaciones con diferentes porcentajes de banano, papa y agua. Se evaluaron las características físico-químicas y organolépticas. Los resultados de la investigación fueron satisfactorios de los cuales el mejor tratamiento es el T₁ por las características organolépticas y físico-químicas en las que resalta siendo estas su sensación de olor y sabor a alcohol además de su astringencia.

Palabras clave: Análisis físico-químico, almidón de papa, evaluación sensorial, hidrólisis, Metanol.

ABSTRACT

This research work was carried out at the State Technical University of Quevedo and aimed to carry out the evaluation of the use of banana rejection (*musa paradisiaca*) with the addition of potato starch to obtain a vodka alcoholic beverage. 6 treatments and 4 repetitions were applied, a completely randomized design was made, with factorial arrangement. The treatments analyzed consisted of formulations with different percentages of banana, potato and water. The physicochemical and organoleptic characteristics were evaluated. The results of the research were satisfactory, of which the best treatment is T1 because of the organoleptic and physicochemical characteristics in which these stand out are its sensation of smell and taste of alcohol in addition to its astringency.

Keywords: Physical-chemical analysis, potato starch, sensory evaluation, hydrolysis, Methanol.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CÓDIGO DUBLIN	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.	5
1.2.1. Objetivo general.	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación.	6
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1. Marco conceptual.....	8
2.2. Marco referencial.	9
2.2.1. Generalidades del banano.....	9
2.2.2. Producción de banano en Ecuador.	11
2.2.3. Banano de rechazo.....	12
2.2.4. Almidón proveniente del banano.	12

2.2.5.	Almidón de papa.	13
2.2.6.	Hidrólisis enzimática.	14
2.2.7.	Insumos para la obtención del mosto.	15
2.2.8.	Vodka.	16
2.2.9.	Fermentación alcohólica.	18
2.2.10.	Fundamentos de balance de materia.	20
2.2.11.	Fundamentos del análisis sensorial.	21
2.2.12.	Fundamentos de análisis físico-químico.	21
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		24
3.1.	Localización de la investigación.	25
3.2.	Tipos de investigación.	25
3.3.	Métodos de investigación.	26
3.3.1.	Método inductivo – deductivo.	26
3.3.2.	Método experimental.	26
3.3.3.	Método Estadístico.	26
3.4.	Fuentes de recopilación de la investigación.	26
3.5.	Diseño de investigación.	26
3.5.1.	Esquema de ANOVA.	27
3.5.2.	Factores de estudio.	27
3.5.3.	Esquema del experimento.	28
3.5.4.	Modelo matemático.	28
3.6.	Instrumentos de la investigación.	29
3.6.1.	Análisis.	29
3.7.	Procedimiento experimental.	29
3.7.1.	Procedimiento experimental.	31
3.8.	Recursos humanos y materiales.	33
3.8.1.	Recursos humanos.	33

3.9.	Materiales y equipos.	33
3.9.1.	Materia prima e insumos.	33
3.9.2.	Equipos e instrumentos.	33
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		35
4.1.	Resultados.	36
4.1.1.	Formulaciones para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka.	36
4.1.2.	Determinar el rendimiento de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del rechazo de banano.	37
4.1.3.	Evaluación sensorial.....	40
4.1.4.	Análisis físico-químicos de la bebida alcohólica tipo vodka	48
4.1.5.	Análisis de contenido de metanol del mejor tratamiento	49
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		52
5.1.	Conclusiones.	53
5.2.	Recomendaciones.	53
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA		54
6.1.	Bibliografía citada.	55
CAPÍTULO VIII ANEXOS		61

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción taxonómica del banano	10
Tabla 2. Composición química del banano por 100 g de peso neto	10
Tabla 3. Producción de banano 2016-2018 (Tm)	11
Tabla 4. Producción de banano 2016-2018 (Tm)	12
Tabla 5. Requisitos físico-químicos del Vodka	18
Tabla 6. Tipos de fermentación	19
Tabla 7. Condiciones meteorológicas del lugar de investigación	25
Tabla 8. Esquema del Anova de la investigación.....	27
Tabla 9. Factores de estudio a aplicaren el tema de investigación	27
Tabla 10. Esquema del experimento del ANOVA.....	28
Tabla 11. Análisis de rendimiento de tratamientos.....	39
Tabla 12. Análisis estadístico de rendimiento	40
Tabla 13. Resultado de Tukey de rendimiento	40
Tabla 14. Análisis estadístico de aspecto.....	41
Tabla 15. Resultado de Tukey de aspecto	41
Tabla 16. Análisis estadístico de aroma	41
Tabla 17. Resultado de Tukey de aroma	42
Tabla 18. Análisis estadístico de sabor	42
Tabla 19. Resultado de Tukey de sabor	42
Tabla 20. Análisis estadístico de sensación	42
Tabla 21. Resultado de Tukey de sensación.....	43
Tabla 22. Análisis estadístico de preferencia general.....	43
Tabla 23. Resultado de Tukey de preferencia general	43
Tabla 24. Análisis estadístico de preferencia de aspecto comparativo	44
Tabla 25. Resultado de Tukey de preferencia de aspecto comparativo	44
Tabla 26. Análisis estadístico de preferencia de aroma comparativo	45
Tabla 27. Resultado de Tukey de preferencia de aroma comparativo.....	45
Tabla 28. Análisis estadístico de preferencia de sabor comparativo	45
Tabla 29. Resultado de Tukey de preferencia de sabor comparativo	45
Tabla 30. Análisis estadístico de preferencia general comparativo	46
Tabla 31. Resultado de Tukey de preferencia general comparativo.....	46
Tabla 32. Análisis estadístico de características físico-químicas.....	48

Tabla 33. Resultado de análisis de metanol.....	50
Tabla 34. Resultados de análisis físico-químicos	50

INDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Diagrama de flujo para la elaboración de una bebida alcohólica tipo Vodka a partir del banano de rechazo previamente maduro.	30
Grafico 2. Balance de materia para la elaboración de una bebida alcohólica tipo Vodka a partir del banano de rechazo previamente maduro.....	37
Gráfico 3. Perfil sensorial de atributos de vodka.....	47

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Control de pH en proceso de fermentación de tratamientos.....	62
Anexo 2. Control de °Brix en proceso de fermentación de tratamientos	62
Anexo 3. <i>Resumen de costos de la investigación</i>	62
Anexo 4. <i>Evidencia fotográfica del proceso de producción</i>	63
Anexo 5. <i>Hoja de respuesta de evaluación sensorial por escala y preferencia de atributos</i>	64
Anexo 6. <i>Hoja de respuesta de evaluación sensorial comparativa de intensidad de atributos</i>	65
Anexo 7. <i>Evidencia fotográfica de análisis sensoriales</i>	66
Anexo 8. <i>Datos de promedios de evaluación sensorial por comparación de intensidad de atributos</i>	67
Anexo 9. <i>Datos de promedios de evaluación sensorial de intensidad de atributos entre tratamientos</i>	68
Anexo 10. <i>Datos de promedios de análisis físico-químico de tratamientos</i>	69
Anexo 11. <i>Resultado de laboratorio de análisis de contenido de alcohol y metanol</i>	70
Anexo 12. <i>Análisis estadístico de acidez</i>	71
Anexo 13. <i>Análisis estadístico de pH</i>	71
Anexo 14. <i>Resultado de Tukey de pH</i>	71
Anexo 15. <i>Análisis estadístico de °Brix</i>	71
Anexo 16. <i>Resultado de Tukey de °Brix</i>	72
Anexo 17. <i>Análisis estadístico de Grados de alcohol</i>	72
Anexo 18. <i>Resultado de Tukey de Grados de alcohol</i>	72

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Evaluación del aprovechamiento del rechazo de banano (<i>musa paradisiaca</i>) para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka”			
Autora:	Tania Fernanda Oña Cundulle			
Palabras claves:	Análisis físico-químico	almidón de papa	evaluación sensorial	hidrólisis
Fecha de publicación:	2020			
Editorial:	Quevedo. UTEQ, 2020.			
Resumen:	El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y tuvo como objetivo llevar a cabo la Evaluación del aprovechamiento del rechazo de banano (<i>musa paradisiaca</i>) con adición de almidón de papa, para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka. Se aplicó un arreglo factorial de AxB, para un total de 6 tratamientos con 4 repeticiones obteniendo así 24 unidades experimentales. Los tratamientos analizados se componían de formulaciones con diferentes porcentajes de banano, papa y agua. Se evaluaron las características físico-químicas y organolépticas. Los resultados de la investigación fueron satisfactorios de los cuales el mejor tratamiento es el T₁ por las características organolépticas y físico-químicas en las que resalta siendo estas su sensación de olor y sabor a alcohol además de su astringencia. The present research work was carried out at the State Technical University of Quevedo and its objective was to carry out the Evaluation of the use of banana rejection (<i>musa paradisiaca</i>) with the addition of potato starch, to obtain a vodka-type alcoholic beverage. A factorial arrangement of AxB was applied, for a total of 6 treatments with 4 repetitions, thus obtaining 24 experimental units. The treatments analyzed consisted of formulations with different percentages of banana, potato and water. The physical-chemical and organoleptic characteristics were evaluated. The results of the investigation were satisfactory, of			

	which the best treatment is T1 due to the organoleptic and physical-chemical characteristics in which it stands out, being its sensation of smell and taste of alcohol in addition to its astringency.
Descripción:	89 hojas A4, 21x29.7 cm CD+ROM.
URI:	En blanco hasta cuando se dispongan los repositorios.

INTRODUCCIÓN.

La presente Unidad de Integración Curricular tiene como principal objeto evaluar el aprovechamiento del rechazo de banano para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka, estableciendo las características físico químicas y sensoriales del producto final, así como el contenido de metanol que presente el mejor tratamiento.

A nivel mundial la exportación del banano asciende a 145 millones de toneladas al año. El Ecuador es el primer exportador de banano en el mundo (1). Hasta el año 2018, el Ecuador tuvo una producción de 6505635 Toneladas métricas (Tm) de las cuales el 38% corresponde a la provincia de Los Ríos (2). De esta producción regional, 346099 Tm (14%) es banano de rechazo (3) el cual no es aprovechado eficientemente debido a que es desechado al aire libre causando problemas ambientales y económicos para los bananeros, sin embargo de esta fruta se puede obtener bioproductos de valor agregado debido su composición (4).

Por otro lado, respecto al consumo de bebidas alcohólicas, hasta septiembre del año 2018, Ecuador se ubicó en el puesto 16 en América Latina, según un estudio sobre patrones de consumo de alcohol presentado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), siendo 1237 835 las personas que consumen este tipo de bebidas y entre ellas el 89.7% son hombres y 10.3% son mujeres (5).

En cuanto al vodka, Alambiques (2010) (6) detalla que su nombre significa *agüita*, el cual es el diminutivo de agua cuya palabra rusa es *vodä*; bebida destilada que consta únicamente de agua y etanol, se produce generalmente a través de la fermentación de granos y otras plantas ricas en almidón como la papa; cuyo contenido de alcohol final se encuentra entre el 40% y 45%, la graduación típica es del 45%.

Cabe destacar que no hay datos concretos del consumo real de vodka dentro del Ecuador (7); sin embargo, según la consultora Pulso-Ecuador el 3.70% de la población ecuatoriana consume esta bebida (8), el vodka que se encuentra en el mercado es importado del exterior, sin embargo, en el año 2011, la empresa JOSEMARTÍN S.A. estableció una fábrica de vodka en la ciudad de Ibarra para producir una marca nacional de este licor con el nombre de Vodka Slava con un volumen de venta de 2700 L (3600 botellas) con ganancias de \$34200.00 en ese año. Sus puntos de venta son en la ciudad de Ibarra, Quito y Guayaquil (9).

En el capítulo 1, **Contextualización de la investigación**, se estableció el planteamiento del problema en estudio, identificando sus factores estructurales, intermedios e inmediatos. Además de identificar las variables con sus indicadores y los objetivos del problema.

En el capítulo 2, **Fundamentación teórica de la investigación**, se indicó el marco teórico, marco conceptual y marco referencial de las variables e indicadores del problema y de igual forma se interpretan las citas de los especialistas en los temas desarrollados en la presente investigación.

En el capítulo 3, **Metodología de la investigación**, se estructuró la metodología adecuada que se aplicó en la ejecución de este estudio, definiendo el diseño experimental, y los procedimientos experimentales para los análisis realizados.

En el capítulo 4, **Resultados y discusión**, detalla los resultados obtenidos en base a los objetivos planteados.

En el capítulo 5, **Conclusiones y recomendaciones**, se realizaron las conclusiones de la investigación, las mismas que son el resultado de los análisis realizados a lo largo del proceso del presente trabajo, así como las recomendaciones.

CAPÍTULO I.
CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El Ecuador es el primer productor y exportador mundial de banano desde 1952, por esto es considerado el líder bananero en el ámbito internacional, manteniendo disponible la fruta todo el año (10), existe una alta sobreproducción de banano, la cual, en las zonas bananeras, éstas se rigen con un proceso de normas de calidad para el producto, destinado a la exportación, existiendo un porcentaje del 14% que representa el 346 099.78 Tm de banano que no califica, lo cual incurre además en un problema para el sector productor bananero (11).

El rechazo del banano se debe a factores operacionales como, la maduración temprana de la fruta, el maltrato que se da por la manipulación de la estiba, mal empaque por desconocimiento del embalaje y el deterioro de la corona del banano provocado por la incorrecta preparación de los productos químicos de fumigación (12).

Diagnóstico.

En el Ecuador, la demanda agroindustrial de banano ha venido cambiando favorablemente; sin embargo, con volúmenes poco significativos con respecto al total de producción (13). Esta fruta se compone de 60% de pulpa y 40% de cáscara (10). A partir de este significativo porcentaje de pulpa los residuos de banano no tienen ningún tipo de aprovechamiento industrial debido a su desconocimiento de la cantidad de almidón que esta fruta posee. En algunos casos el almidón se lo utiliza como componente alternativo para modificar las características sensoriales del vodka alcanzando un grado alcohólico de 36° (14). Además de la papa, también se puede obtener vodka de otros cereales como el centeno, el maíz, la cebada y el trigo, incluso de la caña de azúcar y hasta de la uva. En realidad, cualquier planta rica en almidón es buena materia prima para este licor (15).

Pronóstico.

El aprovechamiento del rechazo de banano en bebida alcohólica representaría una oportunidad de darle valor agregado a esta fruta que generalmente se usa en otros

subproductos ya existentes en el mercado como snacks, harinas, y alimentos balanceados para animales. Al obtener la bebida alcohólica, los parámetros físico-químicos que presente, podrían no estar acorde a las especificaciones y normativas que rigen en el Ecuador así como el contenido de alcoholes superiores elevados, todo dependiendo de cada operación unitaria implicada en su elaboración.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Cuál será la evaluación de aprovechamiento del rechazo de banano en la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cómo será la relación pulpa de Banano:Almidon de Papa y la dilución de Mezcla:Agua más adecuada para el proceso fermentativo de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del rechazo de banano?

¿Cuál será el rendimiento de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del rechazo de banano?

¿Qué valoración sensorial tendrá el mejor tratamiento de la bebida alcohólica tipo vodka obtenido del rechazo de banano?

¿Cuáles serán las características físico-químicas que presentará el mejor tratamiento de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida de rechazo del banano?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar el aprovechamiento del rechazo de banano en mezcla con almidón de papa para la obtención de una bebida alcohólica tipo Vodka.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Ensayar formulaciones de la relación de pulpa de Banano: almidón de Papa, y dilución de Mezcla:Agua para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka.
- Determinar el rendimiento de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del rechazo de banano.
- Evaluar sensorialmente (sabor, aroma, color, apariencia y aceptabilidad) de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del rechazo de banano y seleccionar el mejor tratamiento.
- Cuantificar las características físico-químicas (pH, acidez, grados brix y grado alcohólico) de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del rechazo de banano.
- Analizar el contenido de metanol del mejor tratamiento.

1.3. Justificación.

El desperdicio del banano de rechazo es uno de los problemas que enfrentan los agricultores, debido a que éste no cumple con los requisitos para la exportación, lo que dificulta la venta de la fruta (16); el aprovechamiento de este rechazo resultaría de vital importancia para las empresas dedicadas a esta labor, desde el enfoque ecológico, debido a los niveles de contaminación que se generan; en este sentido, la teoría científica pone en evidencia las diferentes vías de utilización de los residuos y subproductos del banano; así como su aprovechamiento en el desarrollo económico y social, dándole valor agregado (17).

Los beneficios que podría tener la industria es el desarrollo de nuevos productos para el consumidor abriendo mercados implantando nuevas líneas de producción y fuentes de trabajo. Tomando en cuenta que la industria de bebidas alcohólicas se ha incrementado exponencialmente en los últimos años y que existe un mercado creciente de consumidores que pueden optar por bebidas alternativas, como hemos podido observar últimamente, cada vez se lanzan al mercado este tipo de, se busca favorecer el aprovechamiento de esta fruta en un producto que esté al alcance y sea de agrado de los consumidores, así como brindar una alternativa para los productores como fortalecimiento económico.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

Banano.

El banano pertenece a las Musáceas y su nombre científico es *Musa paradisiaca*. El nombre es originario de África y en el sureste asiático e Indochina. La planta alcanza una altura de 2 m a 3 m y un fuste de unos 20 cm de diámetro (10). América se conoce como el segundo centro de origen, este cultivo ocupa a nivel mundial el segundo lugar en el consumo fresco, después de los cítricos (18).

Vodka.

El *Vodka* es un diminutivo de la palabra eslava *voda* (agua), que significaría por tanto agüita. Se descompone en la raíz *vód* (agua), *k* (sufijo diminutivo) y *a* (sufijo que indica género femenino); sin embargo, aunque en español la terminación -a también corresponde por lo general a sustantivos femeninos, al contrario que en las lenguas eslavas, vodka se utiliza principalmente con género masculino (19).

Fermentación.

Es un proceso metabólico de levaduras y bacterias que transforman compuestos químicos orgánicos (azúcares) en otras sustancias más simples como etanol, ácido láctico o ácido butírico. Ha sido utilizado por el hombre desde hace miles de años para conservar alimentos y producir bebidas de diversas propiedades sensoriales (20).

Almidón.

El almidón es un hidrato de carbono complejo con un amplio campo de aplicaciones que van desde la impartición de textura y consistencia en alimentos hasta la manufactura de papel, adhesivos y empaques biodegradables (21). Consta de cadenas de glucosa con estructura lineal (amilosa) o ramificada (amilopectina). Constituye la reserva energética de los vegetales (22).

Hidrólisis.

Es la descomposición química que se produce en las sustancias por el agua, el cual depende de la química, la solubilidad, el pH y el potencial de oxidación-reducción o redox que tenga un determinado compuesto siendo la tecnología más usada para la obtención de azúcares reductores (fermentables), que posteriormente son convertidos a bioetanol (23).

Destilación.

La destilación es un proceso natural que consiste en variar la temperatura para separar de un líquido uno o más componentes que se encuentran juntos. Se utiliza en las industrias que refinan petróleo, para desalinizar agua, para producir licor, cerveza o vino, y producir muchos productos químicos que se utilizan en hogares y fábricas (24).

Alcoholes.

Los alcoholes son compuestos de fórmula general $R-OH$, que resultan de la sustitución de uno o más átomos de hidrógeno (H) por grupos hidroxilo (OH) en cualquier grupo alquilo (R). Los alcoholes se clasifican en primarios, secundarios y terciarios (25).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Generalidades del banano.

El banano (*Musa paradisiaca*) es una planta herbácea con hojas que tienen una distribución helicoidal con bases foliares que circundan el tallo donde se desarrollan numerosas yemas laterales (26). Fue descubierto en las regiones tropicales del sur de Asia por el doctor Herbert Spiden (1) e introducido a Egipto y África por antiguos mercaderes de oriente siendo la Gros Michel la variedad de banano predomina en el mercado (27). Su nombre es originario de África y se aplica principalmente a cultivos cuya fruta se consume recientemente, como Gros Michel y Cavendish (18). Fue uno de los primeros frutos cultivados por los agricultores primitivos, en las antiguas literaturas hindúes, chino, griego y romano, se hace referencia a este alimento (28). La descripción taxonómica del banano se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción taxonómica del banano

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>M. paradisiaca</i>

Fuente: (29)

Elaborado por: López et al. (2014)

2.2.1.1. Valor nutricional.

Los bananos tienen un considerable valor nutricional. Son conocidos por su alto contenido en carbohidratos, potasio (30), aunque presentan bajo contenido de proteínas y lípidos (31). El potasio, se encuentra en gran cantidad en este alimento, tal como lo indica la tabla 2, es un mineral importante para controlar el equilibrio electrolítico del cuerpo, también es esencial para la función muscular, la transmisión de impulsos nerviosos y el buen funcionamiento del corazón y los riñones (32).

Tabla 2. Composición química del banano por 100 g de peso neto

Componente	Unidad	Cantidad
Calorías	Kcal	101
Agua	g	74.50
Potasio	mg	358
Proteína	g	3.05
Grasa	g	0.10
Carbohidratos	g	20.45
Cenizas	g	0.90
Lípidos	g	0.30

Fuente: (30)

Elaborado por: ICBF (2005)

2.2.2. Producción de banano en Ecuador.

Hasta el año 2018, la superficie plantada de cultivos permanentes era de 1 464 589 has.; siendo el banano uno de los cultivos de mayor producción a nivel nacional siendo Los Ríos, Guayas y El Oro las provincias con más participación (2) tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Producción de banano 2016-2018 (Tm)

Año	Los Ríos	Guayas	El Oro
2016	2 823	2 139	1 075
2017	2 328	1 647	1 484
2018	2 473	1 569	1 562

Fuente: (2)

Elaborado por: INEC (2018)

2.2.2.1. Exportación de banano.

Los niveles de exportación, involucran un alto nivel de producción y por tanto por las características propias del cultivo gran generación de residuos en sus diferentes etapas, por tanto el aprovechamiento de estos resulta de vital importancia para las empresas dedicadas a la producción como desde el punto de vista ecológico por los niveles de contaminación que puede generar, en este sentido, la teoría científica pone en evidencia las diferentes vías de utilización de los residuos y subproductos del banano; así como su aprovechamiento en el desarrollo económico y social, al convertirse en una opción de trabajo (17).

Se conoce que históricamente el aprovechamiento de la producción bananera a través de la exportación tuvo sus inicios alrededor del año de 1910. Por tanto, considerando la antigüedad del cultivo, en la producción bananera como tema central, existen importantes fundamentos teóricos-metodológicos que permiten direccionar la lógica de la investigación y sus resultados (33). Entre las principales exportadoras de banano, se encuentran las empresas bananeras: Noboa, Reybanpac y Ubesa, las cuales concentran los montos de exportación más altos, alcanzando el 67% del total de las exportaciones (34).

Las exportaciones de banano entre 2015-2017 se detallan en la tabla 4:

Tabla 4. Producción de banano 2016-2018 (Tm)

Año	Valor FOB (\$)	Variación FOB* (%)	Tm	Variación en Tm (%)
2015	2 808 245	2	6 268	5
2016	2 878 437	17	6 567	10
2017	3 361 341		7 203	

*FOB: Free On Board (Libre a bordo, por sus siglas en inglés)

Fuente: (35)

Elaborado por: FAO (2018)

2.2.3. Banano de rechazo.

El porcentaje de la fruta desechada durante el proceso de selección depende de operaciones de cultivo, cuidados de la cosecha, condición ecológica imperante, y exigencias del mercado. Este desecho presenta defectos como cortes, daño causado por insectos, deformidad, golpe por procesos, entre otros); la mayoría de esta fruta es destinada para el consumo fresco en los mercados locales y como fuente de materia prima en la industria (36). Por su composición bromatológica tanto en estado verde como en maduro, pueden ser utilizadas para la obtención del alcohol etílico, por la cantidad de azúcares y almidones que posee (10).

El ciclo productivo y los estándares de calidad que como productor líder tiene el Ecuador, deja en el camino residuos de la producción bananera, en este sentido, existen importantes precedentes acerca del aprovechamiento que se le da a los mismos y su consecuente efecto en la industria ecuatoriana. En así que, a lo largo del tiempo han surgido exportaciones derivadas del uso que se le ha dado a los residuos del banano, tales como: banano en almíbar y en rodajas deshidratadas (sin freír); banano congelado; banano pasa (higo); bebidas alcohólicas y etanol a partir de banano; polvo de banano; jaleas, mermeladas, compotas y bocadillos de banano; jugos, néctares, y bebidas de banano; puré de banano; rodajas fritas de banano; vinagre de banano, entre otros (17).

2.2.4. Almidón proveniente del banano.

El almidón es un polisacárido resultante de moléculas de glucosa formando largas cadenas con otros constituyentes en mínimas cantidades. Generalmente se obtiene de los vegetales

que lo sintetizan a partir del CO_2 proveniente de la atmósfera y del agua que se encuentra en el suelo (37). En el banano verde el almidón es el carbohidrato predominante y va disminuyendo a medida que la fruta madura convirtiéndose en azúcares (sacarosa, fructosa y galactosa) (31).

Estructuralmente, el almidón consiste de dos polisacáridos químicamente distinguibles: la amilosa y la amilopectina. La amilosa es un polímero lineal de unidades de glucosa unidas por enlaces α (1-4), en el cual algunos enlaces α (1-6) pueden estar presentes. Esta molécula no es soluble en agua, pero puede formar micelas hidratadas por su capacidad para enlazar moléculas vecinas por puentes de hidrógeno y generar una estructura helicoidal que es capaz de desarrollar un color azul por la formación de un complejo con el yodo (21); mientras que la molécula de amilopectina es muy ramificada en comparación con la amilopectina que es una cadena lineal.

En esta molécula cadenas laterales cortas con aproximadamente 30 unidades de glucosa se unen con enlaces α (1-6) cada veinte o treinta unidades de glucosa a lo largo de las cadenas principales, dando una cadena altamente ramificada (25). Generalmente los almidones tienen entre 17-27 % de amilosa. Los jarabes de glucosa son producto de la hidrólisis del almidón y todos estos son mezclas de polímeros de D-glucosa. Las reacciones para obtener jarabe de glucosa a partir del almidón pueden ser: Hidrólisis ácida o hidrólisis enzimática.

2.2.5. Almidón de papa.

Se llama almidón o fécula de papa al almidón extraído de papas. Las células del tubérculo contienen granos de almidón (leucoplastos). Para extraerlo, las patatas se machacan, liberando así los granos de almidón de las células destruidas. Entonces se lava, deja decantar y se seca para obtener un polvo (38). Se emplea en la producción de alimentos de consumo masivo como fideos, pastillas, embutidas, cremas pasteleras, salsas, licores, y como aditivos de ingredientes culinarios. Además de que tiene una amplia aplicación en la industria textil y plástica (38).

Es muy refinado, conteniendo una cantidad mínima de proteína y grasa. Esto da al polvo un color claro blancuzco, teniendo el almidón cocido características típicas como el sabor neutral, buena claridad, alta fuerza cohesionadora, textura larga y una tendencia mínima a formar espuma o amarillear la solución. Contiene aproximadamente 800 ppm de fosfato

enlazado a él, lo que incrementa la viscosidad y da a la solución un carácter ligeramente aniónico, una baja temperatura de gelatinización (aproximadamente 60 °C) y un alto poder de hinchazón (38).

Las sustancias que se encuentran comúnmente en los gránulos de almidón son amilopectina, amilosa, moléculas intermedias entre la amilosa y la amilopectina, lípidos (incluyendo fosfolípidos y ácidos grasos libres), monoéster de fosfato y proteínas/enzimas. Los polisacáridos amilosa y la amilopectina son los componentes más abundantes. El contenido de amilosa del almidón de papa varía del 23 al 31 por ciento para los genotipos normales de papa, ya que, con respecto a este, a través de la modificación genética se ha producido almidón de alta amilopectina (21).

2.2.5.1. Gelatinización del almidón de papa.

Se conoce como gelatinización al proceso donde los gránulos de almidón que son insolubles en agua fría debido a que su estructura es altamente organizada, se calientan (60-70°C) y empieza un proceso lento de absorción de agua en las zonas intermicelares amorfas que son menos organizadas y las más accesibles. A medida que se incrementa la temperatura, se retiene más agua y el gránulo empieza a hincharse y aumentar de volumen. Este fenómeno puede ser observado al microscopio. Al llegar a cierta temperatura, los gránulos alcanzan un volumen máximo y pierde tanto su patrón de difracción de rayos X como la birrefringencia.

El rango de temperatura en el que tiene lugar el hinchamiento de todos los gránulos se conoce como rango de gelatinización y es característico de la variedad particular de almidón que se está investigando. Al producirse el hinchamiento de los gránulos, hay también una extracción de la amilosa. Esta amilosa liberada queda en dispersión coloidal donde los gránulos intactos están en suspensión.

2.2.6. Hidrólisis enzimática.

La hidrólisis enzimática en los últimos años ha desplazado a la hidrólisis ácida, debido a que se dispone de nuevas enzimas. La mayor parte de procesos que realizan hidrólisis de almidón usan proceso enzimático. Esto se debe a las ventajas que ofrece el mismo, como lo es el control de la formación de productos no deseables. Entre las enzimas que se usan para la

hidrólisis del almidón se tienen la α -amilasa (α 1,4-D- Glucano-hidrolasa) que hidroliza los enlaces glucosídicos α -1,4 de los polisacáridos que poseen 3 o más unidades de D-glucosa. El ataque se hace en forma no selectiva tipo endógeno sobre varios puntos de la cadena simultáneamente, generando polímeros de 3 o más unidades de glucosa (39).

La amiloglucosidasa es una exohidrolasa (ataca la última unión glucosídica del extremo no reductor) también conocida como glucoamilasa, que hidroliza los enlaces glucosídicos α -1,4 y α -1,6 de la amilosa y la amilopectina. En el Ecuador, según datos del Banco Central, no existe una producción nacional capaz de satisfacer la demanda requerida de glucosa, forzándose a importar ésta de diversas partes del mundo. En consecuencia la investigación de nuevos recursos para la extracción de derivados del almidón, como lo es el jarabe de glucosa, es una necesidad prioritaria (8).

El tamaño del gránulo del almidón varía entre 10 y 100 μm de diámetro (40) y es un factor determinante de su procesabilidad, ya que afecta la solubilidad y el poder de hinchamiento del gránulo (41). Las propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón y sus productos dependen de su naturaleza, morfología y estructura (42). Los almidones se pueden transformar en muchos productos comerciales por medio de hidrólisis, utilizándose ácidos o enzimas como catalizadores. La hidrólisis del almidón es una reacción química que desdobla las cadenas largas de polisacáridos por medio del agua para producir cadenas más pequeñas o carbohidratos simples. La hidrólisis del almidón se realiza en la industria para producir glucosa de determinados frutos o productos y se realiza mediante las siguientes etapas (25):

- Gelatinización
- Dextrinización
- Sacarificación

2.2.7. Insumos para la obtención del mosto.

2.2.7.1. Agua.

El agua es empleada como insumo en la producción de alimentos y bebidas, incluyendo bebidas alcohólicas como el vodka. Para garantizar la inocuidad de estos productos, el agua debe de pasar por diferentes procesos de purificación, de entre ellos el proceso de ozonización es una de las alternativas más empleadas en la actualidad para evitar la cloración

dado que en el agua puede presentar fenoles y otras sustancias orgánicas que al mezclarse con cloro forman clorofenoles que producen olores desagradables que interfieren con las características sensoriales de los productos (43).

2.2.7.2. Melaza.

La denominación melaza se aplica al efluente en la preparación del azúcar mediante la cristalización repetida. La melaza es una mezcla compleja que contiene sacarosa, azúcar invertido, sales y otros compuestos solubles en álcali que habitualmente están presentes en el jugo de caña localizado, así como los formados durante el proceso de manufactura del azúcar (44).

La melaza se emplea principalmente como suplemento energético para la alimentación de rumiantes por su alto contenido de azúcares y su bajo costo en algunas regiones. No obstante, una pequeña porción de la producción se destina al consumo humano, empleándola como edulcorante culinario. De la melaza se pueden obtener también diversos tipos de alcoholes como el ron, del cual es su principal materia prima (44).

2.2.7.3. *Saccharomyces cerevisiae*.

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es un hongo ascomiceto que ha sido ampliamente estudiado dada su importancia en la industria panadera y vitivinícola, así como por su capacidad de producir etanol. Este microorganismo muestra cinco fases de crecimiento bien definidas cuando es cultivado en medios líquidos con glucosa como fuente de carbono: la fase logarítmica, el cambio diáuxico, la fase postdiáuxica y la fase estacionaria.

2.2.8. Vodka.

La NTE INEN 369 afirma que el vodka es la bebida alcohólica obtenida mediante la hidratación de alcohol etílico rectificado, proveniente de productos naturales y tratado por un método conveniente, de manera que quede sin carácter, aroma o gusto distintivo (45).

Es un producto destilado que generalmente se obtiene de la papa. El vodka producido en Rusia contenía 40% de alcohol. Su aporte calórico al organismo por cada 100g es de 315 kcal. Está compuesto sólo por agua y etanol, no teniendo un sabor particular, es considerado uno de los menos perjudiciales licores, porque se filtra con carbón de madera de abedul o manzano, que retiene impurezas. En los países del Este europeo la palabra vodka comienza a emplearse sólo desde el siglo XVII, en Rusia significa algo así como “agüita” (46).

2.2.8.1. Requisitos del vodka.

De acuerdo a la NTE INEN 369 los requisitos que debe presentar el Vodka son (45):

- El vodka debe presentar un aspecto transparente e incoloro, con olor y sabor característicos.
- No se permite la adición de esencias artificiales, ni colorantes.
- El agua utilizada para hidratar el producto hasta los niveles establecidos, debe ser potable, según Norma INEN 1108 y podrá ser desmineralizada, des-ionizada o destilada.

En la tabla 5 se detallan los requisitos físico-químicos del Vodka.

Tabla 5. Requisitos físico-químicos del Vodka

Requisitos	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Grado alcohólico a 15°C	°GL	36	-	INEN 340
Acidez total (ácido acético)	mg/100 mL de alcohol anhidrido	-	1.0	INEN 340
Ésteres (como acetato de etilo)	mg/100 mL de alcohol anhidrido	-	1.3	INEN 340
Aldehídos (como etanal)	mg/100 mL de alcohol anhidrido	-	0.2	INEN 340
Furfural	mg/100 mL de alcohol anhidrido	-	0.0	INEN 340
Alcoholes superiores	mg/100 mL de alcohol anhidrido	-	0.7	INEN 340
Metanol	mg/100 mL de alcohol anhidrido	-	1.5	INEN 340

Fuente: (45)

Elaborado por: INEN (2015)

2.2.9. Fermentación alcohólica.

La fermentación es un proceso biológico en total ausencia de oxígeno, originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (por regla general azúcares, como por ejemplo la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón, etc.) para obtener como producto final, un alcohol, el etanol (47)

El alcohol etílico es el componente principal de las bebidas alcohólicas, el sabor especial de la bebida no se debe al alcohol etílico, sino a otras sustancias características de las fuentes específicas o añadidas de liberadamente (48). Para la producción de etanol a partir de material amiláceo, es necesario realizar pre-tratamientos que faciliten la conversión de los polisacáridos de la materia prima a monómeros de azúcares para el proceso de fermentación. Estos tratamientos sobre la biomasa son el objeto de estudio de esta investigación.

En la tabla 6 se detallan los tipos de fermentación.

Tabla 6. *Tipos de fermentación*

Tipo de fermentación	Microorganismo	Producto final
Láctica	Streptococcus, lactobacillus y bacillus	Ácido láctico
Alcohólica	Saccharomyces	Etanol y CO ²
Propionica	Anaerobios	Ácido propiónico, ácido acético, CO ² y H ²
Fórmica	Enterobacterias	Ácido láctico, fórmico y butanodiol
Butírica	Clostridium	Ácido butírico y butanol
Mixta	Escherichia Salmonella	Ácido láctico y acético

Fuente: (47)

Elaborado por: Díaz (2010).

La partición de polisacáridos en carbohidratos de menor tamaño se denomina hidrólisis y se realizó este proceso por vía enzimática para material amiláceo del fruto de la planta del banano (49). La fermentación alcohólica es la transformación de sustratos azucarados por la acción de microorganismos, que durante su ciclo de vida consumen el sustrato y fabrican etanol y otros compuestos bioquímicos, como resultado de su metabolismo (50).

2.2.9.1. Factores que influyen en la fermentación alcohólica.

Existen diversos factores tanto físicos como químicos que inciden positiva o negativamente en el transcurso de la fermentación alcohólica, ya sea actuando sobre el desarrollo de las levaduras, ya sea incidiendo directamente sobre la propia fermentación alcohólica. Los más relevantes son los siguientes (51):

- La temperatura: A mayor temperatura la fermentación alcohólica transcurre más rápidamente; sin embargo, es menos pura. Se produce menos etanol y más cantidad de compuestos secundarios que a menudo no conllevan mejora de la calidad del vino. Por otro lado las levaduras tienen en los 30°C su temperatura óptima de desarrollo. Por encima de los 35°C la actividad decrece rápidamente y en torno a 45°C mueren.

- El oxígeno: Aunque la fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico las levaduras mantienen una leve respiración utilizando para ello el oxígeno combinado a moléculas del mosto.
- Los nutrientes: Por un lado, están los azúcares, que son fuente de carbono y de energía para las levaduras y que deben encontrarse en concentración superior a 20 g/L para que la fermentación alcohólica transcurra a su velocidad máxima. Por otro están las sustancias nitrogenadas, las sales y los factores de crecimiento (vitaminas) que normalmente se hallan en el mosto en concentración suficiente para el desarrollo de las levaduras. Sin embargo en casos de vendimias atacadas de podredumbre en las que los mohos han consumido parte de estos nutrientes, puede ser necesario adicionar al mosto complejos vitamínicos y sales de amonio.
- Los compuestos químicos de acción negativa: Por un lado la acumulación de los propios productos de la fermentación alcohólica pueden ralentizarla. Por otro lado, esos mismos compuestos junto a otros presentes en el mosto de forma natural (taninos) o artificial (pesticidas, SO^2 , etc.) pueden actuar como inhibidores del crecimiento de las levaduras.

2.2.10. Fundamentos de balance de materia.

El balance de materia es una de las herramientas más importantes con las que cuenta la ingeniería de procesos y se utilizan para contabilizar los flujos de materia entre un determinado proceso industrial y los alrededores o entre las distintas operaciones que lo integra. Por tanto, en la realización procesos, los balances de materia nos permitirán conocer los caudales másicos de todas las corrientes materiales que intervienen en el proceso (52).

La aplicación del balance de materia no es conceptualmente complicada, y sus fundamentos teóricos pueden consultarse con detalle en textos como los que se incluyen en la sección de búsqueda de información. El balance de materia se basa en la ley de la conservación de la materia (todo lo que entra es igual a lo que sale) excepto cuando existe reacción química, ya que en ese caso habrá que considerar la aparición o desaparición de los componentes individuales por efecto de la reacción (sin embargo la masa total del sistema nunca variará) (52).

2.2.11. Fundamentos del análisis sensorial.

El análisis sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima. Este tipo de análisis comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los potenciales efectos de desviación que la identidad de la marca y otras informaciones pueden ejercer sobre el juicio del consumidor. Es decir, intenta aislar las propiedades sensoriales u organolépticas de los alimentos o productos en sí mismos y aporta información muy útil para su desarrollo o mejora, para la comunidad científica del área de alimentos y para los directivos de empresas (53).

2.2.12. Fundamentos de análisis físico-químico.

Potencial hidrógeno (pH).- El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones. En disolución acuosa, la escala de pH varía, típicamente, de 0 a 14. Son ácidas las disoluciones con pH menores que 7. Por otro lado, las disoluciones alcalinas tienen un pH superior a 7. La disolución se considera neutra cuando su pH es igual a 7, por ejemplo, el agua (54).

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ion de hidrógeno. El pH de una disolución se puede medir también de manera aproximada empleando indicadores: ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH. Generalmente se emplea un papel indicador, que consiste en papel impregnado con una mezcla de indicadores cualitativos para la determinación del pH (54).

Acidez.- La acidez es la cualidad de un ácido. Pueden presentar características tales como sabor agrio, liberación de hidrógeno, o pH menor que 7 (a 25°C). La escala más común para cuantificar la acidez o la basicidad es el pH, que solo es aplicable para disolución acuosa.

Sin embargo, fuera de disoluciones acuosas también es posible determinar y cuantificar la acidez de diferentes sustancias (55).

La acidez de una sustancia se puede determinar por métodos volumétricos. Ésta medición se realiza mediante una titulación, la cual implica siempre tres agentes o medios: el titulante, el titulado (o analito) y el indicador. Cuando un ácido y una base reaccionan, se produce una reacción; reacción que se puede observar con un indicador. Un ejemplo de indicador, y el más común, es la fenolftaleína, que cambia de color a rosa cuando se encuentra presente una reacción ácido-base (55).

Grados Brix.- Los grados Brix son una unidad de cantidad (símbolo °Bx) y sirven para determinar el cociente total de materia seca (generalmente azúcares) disuelta en un líquido. Los grados Brix se cuantifican con un refractómetro, detectores de horquillas vibratorias o con un caudalímetro másico. La escala Brix es un refinamiento de las tablas de la escala Balling, La escala Platón, que mide los grados Platón, a menudo alternativamente. Sus diferencias son de importancia menor. La escala Brix se usa, sobre todo, en fabricación de zumos (jugos), de vinos de frutas y de azúcar a base de caña (56).

Grados de alcohol.- La graduación alcohólica o grado alcohólico volumétrico de una bebida alcohólica es la expresión en grados del número de volúmenes de alcohol (etanol) contenidos en 100 volúmenes del producto, medidos a la temperatura de 20 C. Se trata de una medida de concentración porcentual en volumen. Las leyes suelen exigir que en las bebidas alcohólicas conste la graduación alcohólica de etanol. En América latina es usual sustituir la anotación “Vol.” (Que significa volumen) por las iniciales °GL en honor a Joseph Gay-Lussac aunque no se haya usado el alcoholímetro de su invención. En la práctica Vol. o vol. y °GL significan lo mismo (57).

Existe principalmente 2 métodos para determinar con precisión el grado de alcohol que depende 2 reglas físicas: la temperatura de ebullición de un producto líquido varía en función del porcentaje de alcohol y de azúcar. Por eso este método funciona bien sobre vinos secos (sin azúcar) y hasta 17% vol. Y el otro método que es por medición de densidad la cual emplea instrumentos por destilación en los que sus resultados varían en función del porcentaje de alcohol (57).

Metanol.- El metanol (CH_3OH) se denomina alcohol metílico o alcohol "de madera" porque originalmente se obtenía de la destilación de esta materia prima en ausencia de aire. Actualmente puede producirse a partir de gas natural, carbón, madera, e incluso de residuos orgánicos (biomasa celulósica). Es el más simple de los alcoholes y se caracteriza por ser incoloro. El metanol es un alcohol tóxico para el organismo. Este alcohol se presenta en el proceso de fermentación para producción de bebidas alcohólicas en conjunto al etanol cuando no se aplican buenas prácticas de manufactura (58).

El método empleado con mayor frecuencia para determinación de metanol en bebidas alcohólicas es por cromatografía de gases por ionización de llama la cual no requiere tratamiento preliminar de la muestra (58).

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación.

La presente investigación se llevó a cabo en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en la Facultad de Ciencias Pecuarias, ubicada en el Km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, Recinto San Felipe, Mocache - Los Ríos, situada entre las coordenadas geográficas de 01°06´ latitud Sur y 79°29´ longitud Oeste presentando las condiciones meteorológicas detalladas en la tabla 7. Las muestras del banano se obtuvieron de la hacienda “Adriana Carolina” ubicada en el recinto La Cadena, los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Química y Bioquímica, y el Laboratorio de Bromatología situados en la facultad de Ciencias Pecuarias.

Tabla 7. Condiciones meteorológicas del lugar de investigación

Datos meteorológicos	Unidad	Valores promedio
Altitud	m.s.n.m.	72
Temperatura	°C	24
Humedad relativa	%	84
Heliofanía	Horas luz/año	845.80
Precipitación anual	Mm	2178

Fuente: (59)

Elaborado por: Oña, 2019

3.2. Tipos de investigación.

Se plasmó una investigación descriptiva, exploratoria y experimental. A nivel exploratorio se buscó información sobre el tema con el objeto de recalcar los aspectos principales de la problemática de la investigación. Mediante la investigación descriptiva se utilizó métodos de análisis aplicándolo al objeto en estudio describiendo paso a paso el proceso hasta obtener los resultados de la investigación, los mismos que se ordenaron, agruparon y sintetizaron; y experimentalmente se realizaron formulaciones entre: relación de pulpa de Banano: Almidón de papa y dilución de mezcla: agua.

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Método inductivo – deductivo.

Se empleó este método para darle solución en base al problema analizado, permitiendo identificar tecnología adecuada para la evaluación del aprovechamiento del rechazo de banano para la obtención de una bebida alcohólica tipo Vodka.

3.3.2. Método experimental.

Se realizó la observación, manipulación, registro de las variables (dependiente e independiente) que afectaron al objeto en estudio.

3.3.3. Método Estadístico.

Con la ayuda del software INFOSTAT Versión 12.1 se cuantificó, ordenó y tabuló los datos que se obtuvieron mediante los análisis de formulaciones, sensoriales que se realizaron en la evaluación del aprovechamiento del rechazo de banano para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka.

3.4. Fuentes de recopilación de la investigación.

Para la presente investigación se utilizó como fuente primaria la información obtenida a través de la recolección de datos provenientes del trabajo de campo; mientras que las fuentes secundarias fueron de libros, fuentes de internet, revistas científicas, tesis e informes de instituciones oficiales del estado.

3.5. Diseño de investigación.

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de AxB, para un total de 6 tratamientos con 4 repeticiones obteniendo así 24 unidades experimentales. El factor A es la *Relación pulpa de Banano: Almidón de papa* mientras el factor B es la *Dilución*

mezcla: agua. Para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0.05$).

3.5.1. Esquema de ANOVA.

En la tabla 8 se detalla el esquema del ANOVA que se utilizó en la presente investigación.

Tabla 8. Esquema del Anova de la investigación

FV		Grados de libertad
Tratamiento	(AxB)-1	5
Factor A	(a-1)	1
Factor B	(b-1)	2
Interacción (AxB)	(a-1) (b-1)	2
Error experimental	(axb) (r-1)	18
Total	(axbxr)-1	23

Elaborado por: Oña, 2019.

3.5.2. Factores de estudio.

Los factores de estudio y niveles de la presente investigación se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Factores de estudio a aplicaren el tema de investigación

Factores	Niveles
A) Relación pulpa de Banano: Almidón de papa (%)	A ₁ = 80:20 A ₂ = 70:30
B) Dilución Mezcla:Agua (%)	B ₁ = 20:80 B ₂ = 25:75 B ₃ = 30:70

Elaborado por: Oña, 2019.

3.5.3. Esquema del experimento.

En la tabla 10 se detalla el esquema del experimento que se aplicó.

Tabla 10. Esquema del experimento del ANOVA

Tratamiento	Código	Repeticiones
T ₁	A ₁ B ₁	4
T ₂	A ₁ B ₂	4
T ₃	A ₁ B ₃	4
T ₄	A ₂ B ₁	4
T ₅	A ₂ B ₂	4
T ₆	A ₂ B ₃	4

Elaborado por: Oña, 2019.

Los tratamientos mencionados en la tabla de la evaluación del aprovechamiento del rechazo de banano para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka se describen a continuación:

- T₁ = 80% Pulpa de Banano y 20% Almidón de papa; 20% Mezcla y 80% Agua.
- T₂ = 80% Pulpa de Banano y 20% Almidón de papa; 25% Mezcla y 75% Agua.
- T₃ = 80% Pulpa de Banano y 20% Almidón de papa; 30% Mezcla y 70% Agua.
- T₄ = 70% Pulpa de Banano y 30% Almidón de papa; 20% Mezcla y 80% Agua.
- T₅ = 70% Pulpa de Banano y 30% Almidón de papa; 25% Mezcla y 75% Agua.
- T₆ = 70% Pulpa de Banano y 30% Almidón de papa; 30% Mezcla y 70% Agua.

3.5.4. Modelo matemático.

Para las fuentes de variación en esta investigación se utilizó el siguiente modelo matemático (60).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_j + \alpha\beta_{ij} + E_{ijk}.$$

Dónde:

- Y_{ijk} = total de las observaciones en estudio
- μ = efecto de la media general
- α_i = relación pulpa de Banano; Almidón de papa
- b_i = dilución Mezcla:Agua
- $\alpha\beta_{ij}$ = interacción axb
- E_{ijk} = error experimental

3.6. Instrumentos de la investigación.

- **Variables independientes:** Relación pulpa de Banano: Almidón de papa, y Dilución de Mezcla: Agua.
- **Variables dependientes:** parámetros físico-químicos y organolépticos.

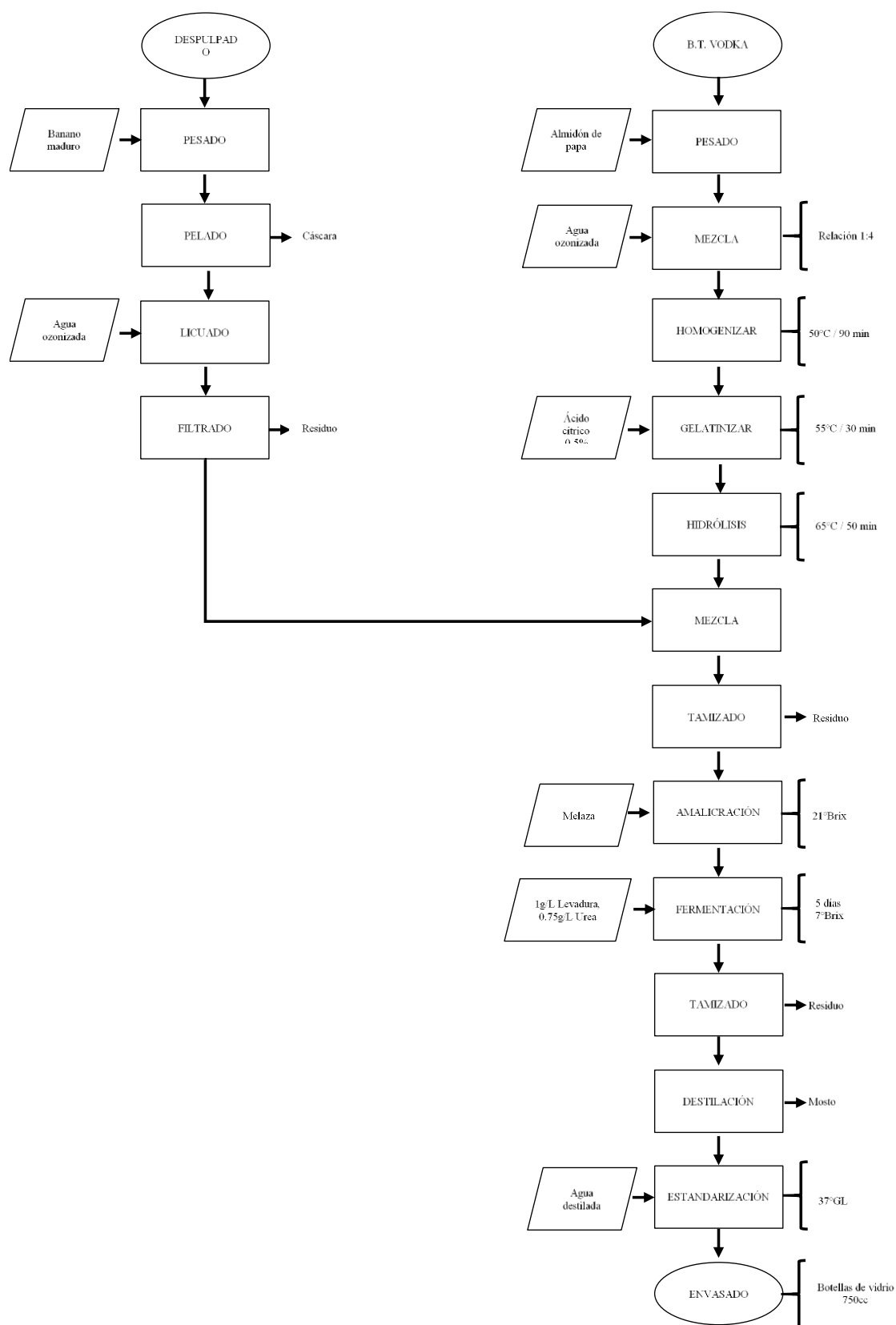
3.6.1. Análisis.

- **Físico-químicos:** grados Brix, pH, acidez, contenido de alcohol y metanol.
- **Sensoriales:** Afectivo (aspecto, aroma, sabor, sensación, preferencia general) y de intensidad de atributos (color, olor, sabor, astringencia, acidez, ardor).

3.7. Procedimiento experimental.

En el gráfico 1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción del aprovechamiento del rechazo de banano para la obtención de bebida alcohólica (Vodka).

Grafico 1. Diagrama de flujo para la elaboración de una bebida alcohólica tipo Vodka a partir del banano de rechazo previamente maduro.



Elaborado por: Oña, 2019

3.7.1. Procedimiento experimental.

Hidrolisis de almidón

Recepción de materia prima: Se recepta y se pesa el almidón de papa obtenido de la ciudad de Guaranda, provincia de Bolívar.

Pesado: procedemos a pesar con ayuda de la balanza gramera SF400, 1 kilogramo de almidón representando el 20% de la mezcla establecido en el tratamiento 1. La cantidad total de agua establecida es de 80% de este tratamiento.

Dilución: este paso se procedió mediante una relación 1:4 correspondiente a una parte de almidón de papa por cada 4 litros de agua, esto se realiza para evitar la formación de grumos en el proceso de hidrolisis. Para este proceso se tomaron 4 litros de la cantidad total anteriormente indicada

Gelatinización: se agregó ácido cítrico en cantidad de 0.5%

Hidrolisis del almidón de papa: se realiza una mezcla con agua en una relación 1:4 y homogeniza. Luego se lo llevo a cocción en la cocina industrial en 3 tiempos con diferentes grados de temperaturas y tiempos: 55°C durante 90min, luego de esto subir la temperatura a 60°C durante 00H30min (se adiciona 0.5% de ácido cítrico por cada litro de mosto) y para finalizar a 65°C durante 00H50, en esta etapa se realizó la reposición de agua durante cada tiempo y temperatura, y se dejó en reposo el jarabe hidrolizado. se registró el pH utilizando pH-metro digital tipo pluma SEMOIC-009; al igual que los grados Brix se lo mide con un refractómetro AICHOSE – ATC (0.32°). Finalmente, se dejó en reposo hasta el proceso de mezcla.

$$Hidrolisis = \frac{1}{4}$$

Obtención del jugo de banano

Recepción y pelado: se receptaron las muestras de banano previamente maduro con una concentración de °Brix de 17% provenientes de la hacienda “Adriana Carolina” del recinto La Esperanza; con ayuda del cuchillo se procedió a pelar separando su cascara de la pulpa, registrando los respectivos pesos de pulpa y cascara.

Licuada y tamizado: Se licuo la pulpa del banano en una licuadora OSTER añadiendo agua potable, posterior a esto se tamizo con ayuda de un lienzo para eliminar residuos sólidos como semillas.

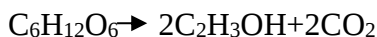
Mezcla: Se procede a mezclar el jarabe hidrolizado de almidón de papa con el jugo de banano licuado y tamizado.

Amaligración: Se adiciona melaza a 50°Brix a la mezcla para alcanzar los grados brix deseados (21° Brix) con la siguiente formula.

$$Melaza = \frac{Peso\ del\ mosto * (Brix\ deseados - Brix\ actuales)}{100 - Brix\ deseados}$$

Acondicionamiento del mosto: en esta etapa se estandarizo el mosto adicionando levadura *S. cerevisiae* (1g/L por litro) y urea (0.75g/L gramos por litro). Se vertió el mosto en biorreactores para el proceso de fermentación.

Fermentación: la fermentación duro hasta que los °Brix y pH se mantuvieran constantes. Durante este proceso los azucars se transforman en alcohol etílico y dióxido de carbono de acuerdo a la fórmula:



Tamizado: culminada la etapa de fermentación se procede a realizar el tamizado para eliminar rastro de residuos sólidos posibles, registrando el peso final.

Destilación: Se realiza el proceso con un destilador semi-industrial en el cual se extrae el alcohol con concentraciones de 90° GL hasta que disminuya a 65°GL donde se detiene el proceso. Se determino el contenido de alcohol usando el alcoholímetro escala 0-100% Vol.

Estandarización: Se realiza una adición de agua destilada en el alcohol obtenido para ajustar los grados de alcohol a 40°GL. Para esto se utilizó el cuadrado de Pearson.

Envasado: Se envasa la bebida tipo vodka en botellas de vidrio transparente con 750cc de capacidad y se almacena en un ambiente fresco y seco.

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos humanos.

Ing. Carol Coello directora de la unidad de titulación

Ing. Vicente Guerrón docente de la carrera de ingeniería en alimentos

Ing. Tanya Leones Zevallos coordinadora de planta de cárnicos y lácteos.

Ing. Ángel Fernández Escobar, docente de la carrera de ingeniería en alimentos

Srta. Tania Oña responsable de la investigación

3.9. Materiales y equipos.

3.9.1. Materia prima e insumos.

- Rechazo de banano de la hacienda “Adriana Carolina” previamente maduro
- Almidón de papa
- Agua potable ozonizada
- Agua destilada
- Melaza
- Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Envases de vidrio
- Urea
- Ácido cítrico

3.9.2. Equipos e instrumentos.

- Balanza analítica METLER TOLEDO
- pH-metro OHAUS STARTER 3100
- Gramera OHAUS Scout-Pro 2001
- Refractómetro digital ATAGO POCKET PAL-3
- Bureta
- Matraz

- Crisoles de porcelana
- Fenolftaleína
- Hidróxido de Sodio NaOH 0.1N
- Ollas
- Cocina industrial
- Licuadora
- Tamiz o filtro
- Cuchillo
- Tabla de picar
- Bioreactor (bidones de agua, mangueras)
- Destilador
- Termómetro

CAPÍTULO IV.
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.

4.1.1. Formulaciones para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka.

A continuación, se describen los resultados de las formulaciones de la evaluación del aprovechamiento del rechazo de banano en mezcla con almidón de papa para la obtención de una bebida alcohólica tipo Vodka, describiendo cada tratamiento según los factores de estudio.

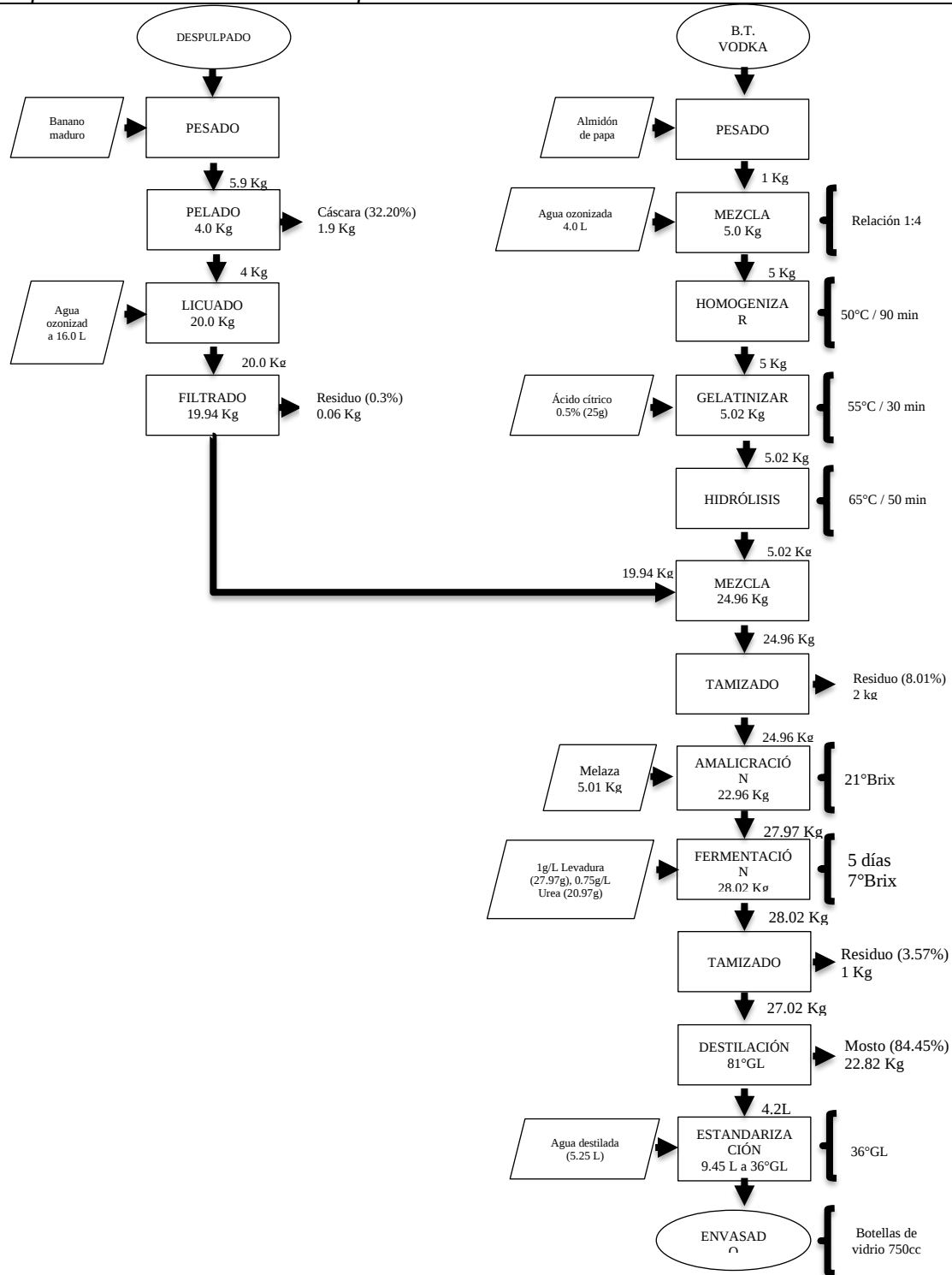
En los tratamientos T1, T2 y T3 se utilizaron 4 Kg de Pulpa de Banano y 1 Kg de Almidón de papa, además de 20, 15 y 11.66 L de Agua. Mientras que, para los tratamientos T4, T5 y T6, se empleó 3.5 Kg de Pulpa de Banano y 1 Kg de Almidón de papa, con cantidades de 20, 15 y 11.66 L de Agua.

- T₁ = 4 Kg Pulpa de Banano y 1 Kg Almidón de papa; 5 Kg Mezcla y 20 L Agua.
- T₂ = 4 Kg Pulpa de Banano y 1 Kg Almidón de papa; 5 Kg Mezcla y 15 L Agua.
- T₃ = 4 Kg Pulpa de Banano y 1 Kg Almidón de papa; 5 Kg Mezcla y 11.66 L Agua.
- T₄ = 3.5 Kg Pulpa de Banano y 1 Kg Almidón de papa; 5 Kg Mezcla y 20 L Agua.
- T₅ = 3.5 Kg Pulpa de Banano y 1 Kg Almidón de papa; 5 Kg Mezcla y 15 L Agua.
- T₆ = 3.5 Kg Pulpa de Banano y 1 Kg Almidón de papa; 5 Kg Mezcla y 11.66 L Agua.

Las formulaciones se establecieron acorde a los tratamientos del diseño experimental

4.1.2. Determinar el rendimiento de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del rechazo de banano.

Grafico 2. Balance de materia para la elaboración de una bebida alcohólica tipo Vodka a partir del banano de rechazo previamente maduro.



Elaborado por: Oña, 2019.

Agua destilada XL → 55.55%

Agua destilada = 5.25L

Rendimiento.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{9.45L}{27.02L} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 35\%$$

Los tratamientos han sido procesados como se muestra en el gráfico 2 y en la tabla 11 y 12 los resultados del rendimiento del vodka fueron calculados con la siguiente fórmula:

Tabla 11. *Análisis de rendimiento de tratamientos*

Rendimiento de tratamiento de bebida alcohólica tipo vodka					
Tratamiento	Materia prima			Vodka obtenido**	Rendimiento (%)
	Almidón de papa (Kg)	Pulpa de banano (Kg)	Total* (Kg)		
T ₁	1	4	5	4.28	35.20
T ₂	1	4	5	3.98	33.13
T ₃	1	4	5	3.74	32.88
T ₄	1.5	3.5	5	3.66	31.22
T ₅	1.5	3.5	5	4.32	35.47
T ₆	1.5	3.5	5	3.35	27.39

* Volumen inicial

** Volumen final

Elaborado por: Oña, 2019.

En la tabla 11 de análisis de rendimiento por tratamiento se especifican los resultados a partir de la fórmula de rendimiento descrita anteriormente en donde destaca el tratamiento 5 con 35.47% siendo este el rendimiento más alto y el tratamiento 6 con 27.39% siendo este el de menor rendimiento.

Tabla 12. *Análisis estadístico de rendimiento*

ANOVA (rendimiento por tratamientos)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	2.88	5	0.58	10.18	0.0001	6.12
Tratamiento	2.88	5	0.58	10.18	0.0001	
Error	1.02	18	0.06			
Total	3.90	23				

Elaborado por: Oña, 2019.

De acuerdo al Anova presentado en la tabla 12, se determinó que existió diferencia significativa, donde el tratamiento 5 presentó el mayor rendimiento, con una media de 4.32, como se indica en la tabla 13. El tratamiento 1 también presenta diferencia significativa con los tratamientos 3, 4 y 6. En la investigación de Benavides y Pozo, el rendimiento de vodka de papa a 40°GL fue de 41.57% (8). Mientras que en el proyecto de Vázquez y Vázquez sobre vodka de maíz a 37°GL, el rendimiento de su mejor tratamiento fue de 20.97% (61). La cantidad de etanol que se obtiene de la caña de azúcar es de 0.086 L por cada kilogramo siendo este un rendimiento de 8.6% (62) por lo que el rendimiento de los tratamientos de esta investigación son muy promisorios.

Tabla 13. *Resultado de Tukey de rendimiento*

Tratamiento	Medias	Nº Repeticiones	E.E.	
5	4.32	4	0.12	A
1	4.28	4	0.12	A
2	3.98	4	0.12	A B
3	3.74	4	0.12	B C
4	3.66	4	0.12	B C
6	3.35	4	0.12	C

Elaborado por: Oña, 2019.

4.1.3. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial empleada en este proyecto de investigación es de carácter afectivo para selección del tratamiento que más agrado tiene para el consumidor y de esta forma determinar el mejor tratamiento y se le realiza los análisis físico-químicos correspondientes y un análisis sensorial afectivo comparativo y de escala de atributos para definir el perfil sensorial del mismo.

Evaluación sensorial de preferencia de atributos

En la evaluación sensorial de preferencia de atributos, se realizó con 15 catadores con edades comprendidas entre 20 a 25 años. Estos catadores realizaron la evaluación sensorial siguiendo una escala de calificación con rangos del 0 al 4 donde 0 es muy desagradable, 1 es desagradable, 2 es indiferente, 3 es agradable y 4 es muy agradable.

Los resultados de la evaluación fueron procesados mediante la prueba estadística de Tukey empleando el programa InfoStat.

Tabla 14. *Análisis estadístico de aspecto*

ANOVA (preferencia de aspecto)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	1.47	6	0.25	1.16	0.3730	
Tratamiento	1.44	5	0.29	1.36	0.2874	
Repetición	0.03	1	0.03	0.14	0.7110	-0.03
Error	3.6	17	0.21			
Total	5.07	23				

Elaborado por: Oña, 2019.

Tabla 15. *Resultado de Tukey de aspecto*

Tratamiento	Medias	Nº Repeticiones	E.E.	
5	3.13	4	0.23	A
4	3.61	4	0.23	A
6	3.69	4	0.23	A
3	3.69	4	0.23	A
2	3.74	4	0.23	A
1	3.93	4	0.23	A

Elaborado por: Oña, 2019.

Mediante el análisis de ANOVA por el método de Tukey sobre el aspecto mostrado en las tablas 14 y 15, se determina que no existe diferencia significativa entre tratamientos estando todo en el rango de “me gusta”.

Tabla 16. *Análisis estadístico de aroma*

ANOVA (preferencia de aroma)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	3.20	6	0.53	2.65	0.0528	
Tratamiento	2.70	5	0.54	2.69	0.0575	
Repetición	0.50	1	0.50	2.49	0.1331	-0.13
Error	3.41	17	0.20			
Total	6.61	23				

Elaborado por: Oña, 2019.

Tabla 17. Resultado de Tukey de aroma

Tratamiento	Medias	Nº Repeticiones	E.E.	
5	2.73	4	0.22	A
4	2.73	4	0.22	A
2	2.75	4	0.22	A
3	2.92	4	0.22	A
6	3.21	4	0.22	A
1	3.65	4	0.22	A

Elaborado por: Oña, 2019.

Mediante el análisis de ANOVA por el método de Tukey sobre el aroma mostrado en las tablas 16 y 17, se determina que no existe diferencia significativa entre tratamientos estando en el rango de “me gusta”.

Tabla 18. Análisis estadístico de sabor

ANOVA (preferencia de sabor)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	1.94	6	0.32	2.69	0.0508	
Tratamiento	1.76	5	0.35	2.94	0.0433	
Repetición	0.17	1	0.17	1.42	0.2492	-0.08
Error	2.04	17	0.12			
Total	3.98	23				

Elaborado por: Oña, 2019.

Tabla 19. Resultado de Tukey de sabor

Tratamiento	Medias	Nº Repeticiones	E.E.	
1	2.52	4	0.17	A
4	2.88	4	0.17	A B
2	2.98	4	0.17	A B
3	3.00	4	0.17	A B
5	3.29	4	0.17	A B
6	3.33	4	0.17	B

Elaborado por: Oña, 2019.

Mediante el análisis de ANOVA por el método de Tukey sobre el sabor mostrado en las tablas 18 y 19, se determina que el tratamiento 1 presentó un sabor más suave en comparación con el tratamiento 6 que presentó un sabor muy ardiente con una calificación de “indiferente” en la escala.

Tabla 20. Análisis estadístico de sensación

ANOVA (preferencia de sensación)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	3.17	6	0.53	3.10	0.0306	
Tratamiento	3.11	5	0.62	3.65	0.0200	
Repetición	0.06	1	0.06	0.35	0.5510	-0.05
Error	2.89	17	0.17			
Total	6.06	23				

Elaborado por: Oña, 2019.

Tabla 21. Resultado de Tukey de sensación

Tratamiento	Medias	Nº Repeticiones	E.E.	
5	2.29	4	0.21	A
4	2.46	4	0.21	A
2	2.61	4	0.21	A B
3	2.63	4	0.21	A B
6	2.94	4	0.21	A B
1	3.40	4	0.21	B

Elaborado por: Oña, 2019.

Mediante el análisis de ANOVA por el método de Tukey sobre la sensación mostrado en las tablas 20 y 21, se determina que el tratamiento 1 fue el más agradable mientras que el tratamiento 4 y 5 resultaron muy fuertes para los catadores.

Tabla 22. Análisis estadístico de preferencia general

ANOVA (preferencia general)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	1.49	6	0.25	9.02	0.0002	
Tratamiento	1.49	5	0.30	10.79	0.0001	
Repetición	4.1	1	4.1	0.15	0.7050	-0.01
Error	0.47	17	0.03			
Total	1.96	23				

Elaborado por: Oña, 2019.

Tabla 23. Resultado de Tukey de preferencia general

Tratamiento	Medias	Nº Repeticiones	E.E.	
3	3.15	4	0.08	A
2	3.15	4	0.08	A
6	3.28	4	0.08	A
5	3.35	4	0.08	A
4	3.48	4	0.08	A
1	3.88	4	0.08	B

Elaborado por: Oña, 2019.

Mediante el análisis de ANOVA por el método de Tukey sobre la preferencia general mostrado en las tablas 22 y 23, se determina que el tratamiento 1 con una calificación de “muy agradable” es diferente a los otros tratamientos los cuales no presentan diferencias significativas entre sí con calificaciones de “agradable”. Con este resultado se elige al tratamiento 1 como el mejor y se procede a realizar los análisis físico-químicos y de perfil de sensorial correspondientes.

Evaluación sensorial comparativa afectiva de atributos.

Se realizó una evaluación sensorial afectiva de atributos en la cual se analiza al tratamiento 1 de la bebida tipo vodka obtenida, con vodkas comerciales los cuales son *Rusky*[®] y *Cartago*[®] que son marcas reconocidas del mercado para determinar si estos y el tratamiento 1 de este proyecto se encuentran al mismo nivel de preferencia sensorial.

En la evaluación sensorial afectiva de atributos, se realizó con 15 catadores semi-entrenados con edades comprendidas entre 20 a 25 años los cuales calificaron las tres muestras presentadas. Estos catadores realizaron la evaluación sensorial siguiendo una escala de calificación con rangos del 0 al 4 donde: 0 es desagradable, 1 no me gusta, 2 es indiferente, 3 me gusta y 4 me gusta mucho.

Estos resultados fueron procesados de forma estadística como un diseño experimental completo al azar con 3 tratamientos y 15 repeticiones para determinar si existe diferencia significativa entre las medias de los resultados obtenidos.

Tabla 24. Análisis estadístico de preferencia de aspecto comparativo

ANOVA (preferencia de aspecto)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	3.60	3	1.20	1.62	0.1993	
Tratamiento	0.13	2	0.07	0.09	0.9142	
Repetición	3.47	1	3.47	4.68	0.0363	0.06
Error	30.40	41	0.74			
Total	34	44				

Elaborado por: Oña, 2019.

Tabla 25. Resultado de Tukey de preferencia de aspecto comparativo

Tratamiento	Medias	Nº Repeticiones	E.E.	
T1	2.93	15	0.22	A
Cártago	3.00	15	0.22	A
Rusky	3.07	15	0.22	A

Elaborado por: Oña, 2019.

Mediante el análisis de ANOVA por el método de Tukey sobre el aspecto mostrado en las tablas 24 y 25, se determina que la bebida alcohólica tipo vodka del tratamiento 1 no tiene diferencia significativa con los vodkas *Rusky*[®] y *Cartago*[®] con calificaciones de “me gusta”.

Tabla 26. Análisis estadístico de preferencia de aroma comparativo

ANOVA (preferencia de aroma)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	16.86	3	5.62	6.86	0.0008	
Tratamiento	16.84	2	8.42	10.28	0.0002	
Repetición	0.01	1	0.01	0.01	0.9095	0.03
Error	33.59	41	0.82			
Total	50.44	44				

Elaborado por: Oña, 2019.

Tabla 27. Resultado de Tukey de preferencia de aroma comparativo

Tratamiento	Medias	Nº Repeticiones	E.E.	
Rusky	2.07	15	0.23	A
T1	3.07	15	0.23	B
Cártago	3.53	15	0.23	B

Elaborado por: Oña, 2019.

Mediante el análisis de ANOVA por el método de Tukey sobre el aroma mostrado en las tablas 26 y 27, se determina que la bebida alcohólica tipo vodka del tratamiento 1 con una calificación promedio de 3.07 (“me gusta”) no tiene diferencia significativa con el vodka *Cartago*[®] pero sí tiene diferencia con el vodka *Rusky*[®] debido a su baja calificación de 2.07 (“indiferente”).

Tabla 28. Análisis estadístico de preferencia de sabor comparativo

ANOVA (preferencia de sabor)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	8.33	3	2.78	3.94	0.0147	
Tratamiento	7.64	2	3.82	5.42	0.0082	
Repetición	0.69	1	0.69	0.97	0.3299	0.03
Error	28.91	41	0.71			
Total	37.24	44				

Elaborado por: Oña, 2019.

Tabla 29. Resultado de Tukey de preferencia de sabor comparativo

Tratamiento	Medias	Nº Repeticiones	E.E.	
Rusky	2.13	15	0.22	A
T1	2.93	15	0.22	B
Cártago	3.07	15	0.22	B

Elaborado por: Oña, 2019.

Mediante el análisis de ANOVA por el método de Tukey sobre el sabor mostrado en las tablas 28 y 29 se determina que la bebida alcohólica tipo vodka del tratamiento 1 con una calificación promedio de 2.93 (“me gusta”) no tiene diferencia significativa con el vodka *Cartago*[®] con calificación de 3.07 (“me gusta”) pero sí tiene diferencia con el vodka *Rusky*[®] debido a su baja calificación de 2.13 (“indiferente”).

Tabla 30. Análisis estadístico de preferencia general comparativo

ANOVA (preferencia general)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	10.58	3	3.53	3.21	0.0329	
Tratamiento	9.64	2	4.82	4.39	0.0188	
Repetición	0.93	1	0.93	0.85	0.3622	0.03
Error	45.07	41	1.10			
Total	55.64	44				

Elaborado por: Oña, 2019.

Tabla 31. Resultado de Tukey de preferencia general comparativo

Tratamiento	Medias	N° Repeticiones	E.E.	
Rusky	2.27	15	0.27	A
T1	2.47	15	0.27	A B
Cártago	3.33	15	0.27	B

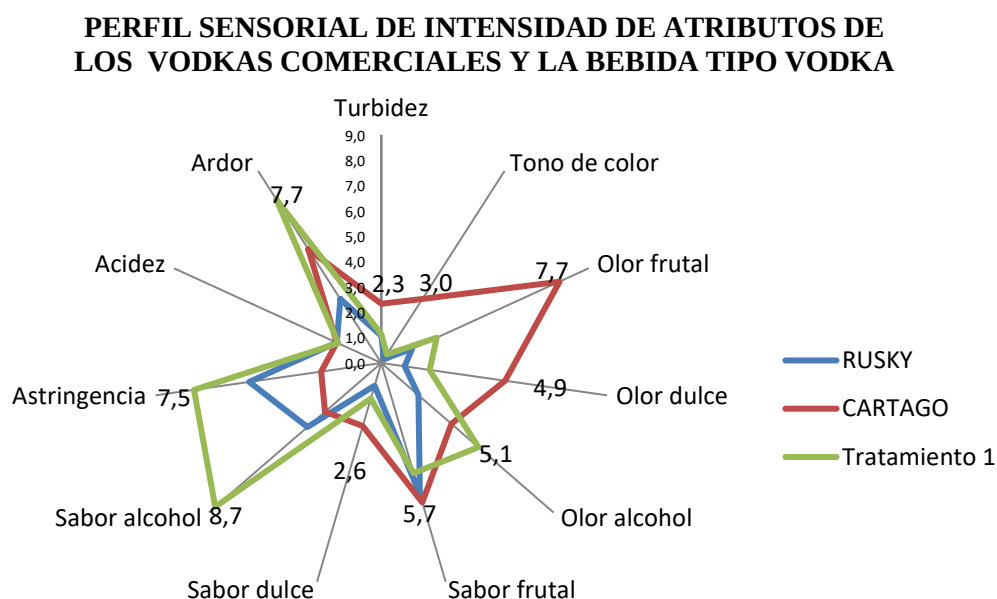
Elaborado por: Oña, 2019.

Mediante el análisis de ANOVA por el método de Tukey sobre la apreciación general mostrado en las tablas 30 y 31, se determina que la bebida alcohólica tipo vodka del tratamiento 1 con una calificación promedio de 2.47 (“indiferente”) no tiene diferencia significativa con el vodka *Cartago*[®] con calificación de 3.33 (“me gusta”) y el *Rusky*[®] debido con calificación de 2.27 (“indiferente”) pero sí se demuestra que el Vodka *Cartago*[®] es diferente y superior en apreciación con respecto al vodka *Rusky*[®].

Evaluación sensorial comparativa por escala de atributos.

En la evaluación sensorial comparativa de escala de atributos, se realizó con 15 catadores con edades comprendidas entre 20 a 25 años los cuales calificaron el tratamiento 1 elegido y los vodkas comerciales *Rusky*[®] y *Cartago*[®].

Estos resultados fueron procesados estadísticamente y de los cuales se obtuvieron promedios para determinar y comparar el perfil sensorial del vodka de este proyecto con marcas comerciales reconocidas.



Elaborado por: Oña, 2019.

En el gráfico 2 se observa las características sensoriales por medio de descriptores en una escala de 0 a 10 de la bebida alcohólica tipo vodka de banano, el vodka comercial *Rusky*[®] y vodka comercial *Cartago*[®].

En la comparativa de las tres bebidas se explica dónde están sus puntos fuertes y puntos débiles.

Vodka Cartago: El análisis sensorial afectivo lo determina como el más aceptado de los tres y sus características de intensidad más destacables son su turbidez con un 2.3, su tono de color con 3.0, su olor frutal de 7.7, su olor dulce con 4.9, su sabor frutal de 5.7 y su sabor dulce de 2.6. Sus características con intensidades más bajas en comparación con los otros dos son en sabor a alcohol con 2.9 y astringencia con 2.4.

Bebida alcohólica tipo vodka: El análisis sensorial afectivo lo determina con el segundo más aceptado de los tres y sus características de intensidad más destacables son su olor a alcohol con calificación de 5.1, su sabor a alcohol de 8.7, su astringencia de 7.5 y su ardor de 7.7. Sus demás características se mantienen en un promedio en comparación con las demás bebidas excepto su sabor frutal que tiene una calificación de intensidad de 4.5.

Rusky: El análisis sensorial afectivo lo determina con el menos aceptado de los tres y no cuenta con características de intensidad destacables sobre los demás, solo coincide con ellos en acidez con una calificación de 1.9. Tiene características en las que su intensidad es menor en comparación a los otros dos las cuales son turbidez, tono de color, olor frutal, olor a alcohol, sabor dulce y ardor.

Esta comparativa de resultados demuestra que la bebida alcohólica tipo vodka tiene una mejor aceptación en comparación a bebidas de la misma categoría que ya se encuentran en el mercado, destacando sobre estas en su olor, sabor, astringencia y sensación de ardor.

4.1.4. Análisis físico-químicos de la bebida alcohólica tipo vodka

Los análisis físico-químicos se realizaron a los 6 tratamientos y sus repeticiones y se obtuvo una media de los mismos.

Tabla 32. Análisis estadístico de características físico-químicas

Tratamiento	Acidez	pH	°Brix	°GL
1	0.004 ^a	6.90 ^a	12.10 ^d	36.00 ^a
2	0.004 ^a	7.63 ^c	11.42 ^b	36.25 ^a
3	0.004 ^a	7.61 ^c	11.32 ^{a b}	36.25 ^a
4	0.004 ^a	7.31 ^b	12.73 ^e	36.00 ^a
5	0.004 ^a	7.34 ^b	11.24 ^a	36.25 ^a
6	0.004 ^a	7.90 ^d	11.94 ^c	36.25 ^a

Los superíndices indicados en cada resultado representan diferencias significativas solo por columnas de cada factor.

Según el análisis estadístico de anova con prueba de Tukey mostrado en la tabla 32, los tratamientos no presentaron diferencia significativa en acidez y en grados de alcohol. En pH, el tratamiento 1 presentó diferencia significativa con los demás tratamientos siendo este el de valor más bajo con 6.90, mientras que el tratamiento 6 también presentó diferencia significativa, pero siendo más alto el valor con 7.90. En los grados Brix, los tratamientos 1, 4 y 6 presentaron diferencias significativas entre los tratamientos siendo estos los de valores más altos. El medir estos parámetros es de relevancia para cumplir las normativas establecidas en el territorio nacional y mercado internacionales. El pH y los grados Brix son parámetros de monitoreo a nivel sensorial que indican que el sabor de este tipo de bebidas debe de ser ácido y con determinado nivel de dulzor según estudios organolépticos de diferentes autores donde se indica que los tratamientos con niveles similares de pH y grados

Brix son más aceptados (8) (62). Los grados alcohólicos son de importancia en su medición debido a definiciones de tipos de productos, según el mercado internacional y las normativas nacionales, para que una bebida sea considerada como vodka, esta deberá tener un mínimo de 36°GL como se indica en la tabla 34, si esta medida no es alcanzada no se lo puede denominar como vodka y solo quedaría como una bebida alcohólica sin clasificación. El tener una clasificación de qué tipo del tipo de bebida que se produce es importante para poder ser comercializada al mercado objetivo (63).

pH. El resultado obtenido es de 6.88. En la normativa NTE INEN 340 no existe un rango de determinación de pH (63). Según la investigación de Guevara *et al*, su etanol extraído de banano de rechazo presentó un pH de 5.64 (62).

°Brix. El resultado obtenido es de 12.1. En la normativa NTE INEN 340 no existe un rango de determinación de grados Brix (63). En la investigación de Guerrero y Yépez, sus tratamientos de vodka de yuca y zanahoria blanca, presentaron una media de 4.71°Bx, esto es debido a que en el proceso de la destilación, la mayoría de los sólidos solubles se mantuvieron en el mosto (64).

Acidez. El resultado obtenido es de 0.004. En la normativa NTE INEN 375 indica que la acidez máxima de bebidas alcohólicas es de 1 por lo cual el vodka se encuentra dentro del rango permitido (63) En la investigación de Vázquez y Vázquez, su vodka de maíz presentó un valor de acidez de 5.70 en su mejor tratamiento (61). En el proyecto de Benavides y Pozo, su vodka de papa presentó 2.83 de acidez como media entre sus tratamientos (8).

4.1.5. Análisis de contenido de metanol del mejor tratamiento

Se determinó que el mejor tratamiento es T1 correspondiente a 80% Pulpa de banano y 20% Almidón de papa; 20% Mezcla y 80% Agua. Se realizó el análisis del contenido de metanol en el laboratorio Multianalytica a este tratamiento cuyo resultado se muestra en la tabla 33.

Tabla 33. Resultado de análisis de metanol

RESULTADO INSTRUMENTAL				
Parámetro	Resultado	Unidad	Método de análisis interno	Método de referencia
Metanol	0.60	mg/100 ml AA	MIN-24	CG

Elaborado por: Oña, 2019.

Discusión de resultados

Grados de alcohol. El resultado obtenido es de 36°GL. En la normativa NTE INEN 369 indica que el valor mínimo de grados de alcohol en vodka es de 36°GL por lo cual el vodka se mantiene dentro del rango permitido (63). En la investigación de Guerrero y Yépez, obtuvieron 39°GL en su bebida alcohólica tipo vodka a partir de yuca y zanahoria blanca (64). En la investigación de Vázquez y Vázquez, presentaron en su mejor tratamiento 84.37°GL sin estandarizar (61). Mientras que en el proyecto de Benavides y Pozo, su tratamiento con grado alcohólico más elevado fue de 85.6°GL sin estandarizar (8).

Discusión del mejor tratamiento

Tabla 34. Resultados de análisis físico-químicos

Análisis físico-químicos			
Análisis	Resultado	Metodología	Rango y normativa
pH	6.88	NTE INEN-ISO 1842	-
Acidez	0.0046	NTE INEN 341	Max 1.0 (NTE INEN 369)
Brix	12.1	NTE INEN 083	-
Grados de alcohol	36°GL	NTE INEN 340	36°Min/--Max (NTE INEN 369)
Porcentaje de metanol	0.60 mg/100 ml AA	NTE INEN 2014	Max 1.5 mg/100 ml AA (NTE INEN 369)

Elaborado por: Oña, 2019.

Porcentaje de metanol. El resultado obtenido es de 0.60 mg/100 ml. En la normativa NTE INEN 369 indica que el valor máximo para vodka es de 1.5 mg/100 ml por lo cual el vodka se mantiene dentro del rango permitido (63). En la investigación de Benavides y Pozo indican que sus tratamientos con la presencia de papa de la variedad Gabriela de la zona de Ibarra para la elaboración de vodka presenta valores entre 0.5 a 1.05 mg/100 ml por lo cual, se puede justificar que la presencia de metanol en el vodka de este proyecto (8). En el trabajo de Guerrero y Yépez, su vodka de yuca y zanahoria, presentó un contenido de metanol menor

al 2 mg/100 ml (64). Y en el proyecto de Vázquez y Vázquez, su mejor tratamiento de vodka de maíz obtuvo un contenido de 0.44 mg/100 ml (61).

CAPÍTULO V.
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- El tratamiento 5 (70%:30% y 25%:75%) fue el que obtuvo mayor rendimiento con 35.47%. mientras que el tratamiento con menor rendimiento fue el tratamiento 6 (70%:30% y 30%:70%) con 27.39%.
- La evaluación sensorial afectiva determinó que el tratamiento 1 con la formulación de Pulpa de Banano: Almidón de papa; Mezcla:Agua 80%-20%; 20%-80% presentó diferencia significativa a su favor en relación con los demás tratamientos, y en la evaluación afectiva comparativa se demostró que no tiene diferencia significativa en su calificación con el vodka comercial Cartago el cual obtuvo mayor aceptación numérica en el análisis.
- En el análisis físico-químico realizado al mejor tratamiento se determinó que sus parámetros de pH (6.88), °Brix (12.1), acidez (0.0046), grado alcohólico (36°GL) y de contenido de metanol (0.60 mg/100 ml) se encuentra dentro de los rangos permitidos según la norma INEN 369 para Vodka.

5.2. Recomendaciones.

- Utilizar banano que esté completamente desarrollado y madurado en un ambiente adecuado para poder aprovechar sus atributos al máximo.
- Control adecuado y constante de temperatura y homogenización en el proceso de gelatinización del almidón de papa en la etapa de hidrolisis para evitar aglomeraciones del almidón que produzcan grumos en la mezcla y una posible combustión por la acción de calor elevado.
- Realizar ensayos donde se apliquen diferentes tipos de nutrientes fermentativos que sirvan como alimento para la levadura y de este modo aumentar el rendimiento del mismo.
- Elaborar un análisis de costos para determinar la factibilidad en la producción de vodka de banano.

CAPÍTULO VI.
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía citada.

1. Robinson JC. Plátanos y Bananas Madrid: Mundiprensa; 2017.
2. INEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2018. ; 2019.
3. Ramírez C, Solórzano S. Banano rechazado para exportación en Ecuador: Propuesta de creación de valor para lograr su introducción al mercado internacional. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana; 2012.
4. Vargas-García Y. Obtención de productos con valor agregado a partir de banano de rechazo en el contexto ecuatoriano. Bogotá: Universidad de Bogotá; 2018.
5. Diario El Comercio. www.elcomercio.com. [Online].; 2018. Available from: <https://www.elcomercio.com/tendencias/paises-consumo-alcohol-america-latina.html>.
6. Alambiques. www.alambiques.com. [Online].; 2010. Available from: <http://www.alambiques.com/vodka.htm>.
7. Tipán B, Vallejo F. Proyecto de prefactibilidad para fabricar licor, en base a la oferta de papa de la provincia del Carchi. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2016.
8. Benavides Arteaga IM, Pozo López MM. Elaboración de una bebida alcohólica destilada (vodka) a partir de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando dos tipos de enzimas Yépez L, editor. Ibarra: Universidad Técnica del Norte; 2008.
9. Líderes. Revista Líderes. [Online].; 2012. Available from: <https://www.revistalideres.ec/lideres/vodka-ron-producen-ibarra.html>.
10. Moreira-Carrión K. Reutilización De Residuos De La Cáscara De Bananos (*Mussa Paradisiaca*) Y Platanos (*Musa Sapientum*) Para La Producción de Alimentos Destinados Al Consumo Humano. Guayaquil; 2013.

11. Mendoza AD. Elaboración De Harina De Papa China (*Colocasia esculenta*) Y Banano (*Musa x paradisiaca*) Como Suplemento Nutricional Para Alimentación Animal. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2014.
12. Agualsaca I, Peña C. Estudio del cumplimiento de las especificaciones para la evaluación del banano en la empresa —banacalil y su incidencia en el rechazo de la fruta en la zona norte en el periodo 2013-2015. Milagro; 2016.
13. Jumbo-Rafaela MR. Creación De Un Consorcio De Exportación De Pequeños Productores De Plátano Barraganete En El Carmen Para La Comercialización Directa Hacia Holanda En El Periodo 2010 - 2019. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial; 2010.
14. Thomas G. www.potato2008.org. [Online].; 2008. Available from: <http://www.potato2008.org/es/mapa.htm>.
15. El tiempo. [El tiempo.com](http://www.eltiempo.com). [Online].; 2009. Available from: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-6586856>.
16. Cacicedo L. Aprovechamiento de los Excedentes de Banano para la Obtención de un Producto Tipo Bombón. Babahoyo: Universidad Técnica De Babahoyo; 2010.
17. Torres-Peñafoel C, Larrea-Paredes M. Análisis De Los Residuos De La Producción Del Banano De Exportación En El Ecuador. Universidad Ecotec; 2018.
18. Tigasi C. Cultivo de alta densidad en banano (*Musa paradisiaca* Var, Cavendish). Tesis de grado. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2017.
19. Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española. Diccionario de la lengua española. Vigésima tercera ed. Madrid: Editorial Espasa; 2014.
20. Puerta-Quintero GI. Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café Chinchiná: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia; 2010.

21. Hernández M, Torruco J, Chel L, Betancur D. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2008 Julio-Septiembre;(3): p. 718-726.
22. Castells P. www.investigacionyciencia.es. [Online].; 2009. Available from: <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/biocarburantes-489/el-almidn-1136>.
23. Dominguez M, Tapia J. Estudio De La Cinética De La Hidrólisis Ácida Del Bagazo De Caña De Azúcar Sin Pretratamiento Para La Obtención De Azúcares Reductores. *Revista Iberoamericana de Polímeros*. 2011 Mayo; 12(3).
24. Rodríguez J. Obtención De Las Funciones De Transferencia De Las Temperaturas Del Tope Y Fondo De Una De Destilación Binaria. *REDIP. UNEXPO. VRB*. 2015 Julio; 5(2).
25. Soto-López ME. Análisis Del Bioetanol Obtenido A Partir De Papa (*Solanum tuberosum*) Por Medio De Hidrólisis Enzimática Y Fermentación A Escala Laboratorio. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2016.
26. Soto M. Banano: Técnicas de Producción, Manejo, Poscosecha y Comercialización. Tercera ed.: Imprenta LIL; 2008.
27. James C. [blogspot.com](http://carlosjames-carlosjames-1.blogspot.com/). [Online].; 2009. Available from: <http://carlosjames-carlosjames-1.blogspot.com/>.
28. Alaña M. La producción de banano en la provincia de El Oro, 2009-2010. Tesis de grado. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2011.
29. López J, Cuarán J, Arenas L, Flórez L. Usos potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*. 2014; 1(1): p. 7-21.
30. ICBF. Tabla de Composición de Alimentos. Alimento: Banano común (*musa sapientum*). ; 2005.

31. Moreiras O, Carbajal Á, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos: Editorial Pirámide; 2013.
32. Romero J. Efecto antagónico de *C. rugosa* sobre microorganismos contaminantes de la uchuva nativa (*Physalis peruviana*). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2002.
33. Suris J. Gestión Medio Ambiental en la Industria. ; 2005.
34. Sanchez D. blog.espol.edu.ec. [Online].; 2012. Available from: <http://blog.espol.edu.ec/diealsan/mi-quinto-video/>.
35. FAO. Análisis del mercado del banano. Roma;; 2018.
36. Pro Ecuador. www.proecuador.gob.ec. [Online].; 2013. Available from: http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/09/PROEC_AS2013_BANANO.pdf.
37. Gómez MA. El rincón de la ciencia. [Online].; 2003. Available from: <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/Rc-58.html>.
38. BeMiller JN, Whistler RL. Potato starch: Production, Modifications and Uses. In Starch: Chemistry and Technology. Richmond: Academic Press; 2009. p. 511-539.
39. Espinoza-Alvarado S. Obtención De Alcohol Etilico A Partir Del Almidón De Banano (Cavendish Gigante) En La Provincia De El Oro, El Guabo, 2014. Machala: Universidad Técnica de Machala; 2015.
40. Hoover R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. Carbohydr. Polym. 2001; 45: p. 253-267.
41. Kaur L, Singh N, Singh SN. Some properties of potatoes and their starches II. Morphological, thermal and rheological properties of starches. Food Chem. 2002; 79(183-192).
42. Mishra S, y Rai T. Morphology and functional properties of corn, potato and tapioca starches. Food Hydrocolloids. 2006; 20: p. 557-566.

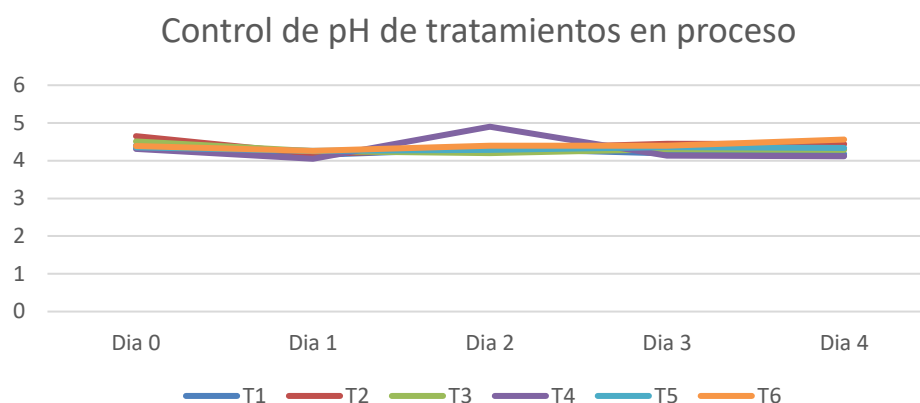
43. Dunham R, Hong H, Woodard K. El agua potable. [Online].; 1998. Available from: <http://www.elaguapotable.com/WT%20-%20Ozone.htm>.
44. Téllez D. Caracterización de las melazas empleadas en el proceso fermentativo de la destilería San Martín - Industria de Licores del Valle. Universidad del Valle. 2004.
45. INEN. NTE INEN 0369: Bebidas alcohólicas. Vodka. Requisitos. Quito;; 2015.
46. Ponce-López E. Papa chilena, el vodka y su influencia en la Segunda Guerra Mundial: frente ruso. IDESIA. 2011 Septiembre-Diciembre; 29(3): p. 117-124.
47. Díaz S. poica2010c.wordpress.com. [Online].; 2010. Available from: <http://poica2010c.wordpress.com/2010/04/>.
48. Morrison R, Boyd R. Química Orgánica. Quinta ed.: Editorial Pearson; 1998.
49. Garcia M. quimicageneral6.blogspot.com. [Online].; 2008. Available from: <http://quimicageneral6.blogspot.com>.
50. Lucas J. Fermentacion Alcoholic. [Online].; 1994. Available from: <http://javierdelucas.es/fermentacion.htm>.
51. Nahum A. <http://www.scribd.com/doc/19046859/hidrolisis-acida-y-enzimatica-del-almidon>. [Online].; 2008.
52. Universidad de Granada. Aula virtual-Proyecto fin de carrera-Ingeniería Química-Balances de materia y energía. [Online].; 2011. Available from: <https://www.ugr.es/~aulavirtualpfcic/BMyBE.html>.
53. García Ahued M. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [Online].; 2012. Available from: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/m1.html>.
54. Chang R, Goldsby KA. Química. Undécima ed. México D.F.: Mc Graw Hill; 2013.
55. Machuca Sánchez DI, Hervás Torres M. Operaciones unitarias y proceso químico México D.F.; 2018.

56. Boulton R, Singleton V, Bisson L, Kunkee R. Principles and Practices of Winemaking. In. Londres; 1996. p. 141-143.
57. Boustens. Boustens.com. [Online].; 2016. Available from: <https://www.boustens.com/como-medir-el-grado-de-alcohol-de-un-producto-alcoholico/>.
58. Sánchez Paz LA. Determinación de metanol en bebidas alcohólicas fermentadas tradicionalmente y populares de mayor consumo en dos regiones de la República de Guatemala por cromatografía de gases Ciudad de Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2005.
59. INIAP. Departamento Agrometeorológico del INIAP Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo;; 2015.
60. Vallejo Torres C, Díaz Ocampo R, Morales Rodríguez W, Soria Velazco R, Vera Chang J, Barén Cedeño C. Utilización del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo Nacional y CCN-51 en la obtención de dos jaleas a partir de tres formulaciones. Espamciencia. 2015 Octubre; 7(1).
61. Vázquez Galárraga MG, Vázquez Villarreal LE. Obtención de vodka a partir de dos tipos de maíz (*zea mays*): maíz amarillo amiláceo y maíz blanco de grano vitrio Sandoval L, editor. Ibarra: Universidad Técnica del Norte; 2009.
62. Guevara C, Arenas H, Mejía A, Peláez C. Obtención de Etanol y Biogás a Partir de Banano de Rechazo. Información tecnológica. 2012; 23(2): p. 19-30.
63. Inen. Bebidas alcohólicas. Vodka. Requisitos. Quinta ed. Quito: Servicio Ecuatoriano de Normalización; 2016.
64. Guerrero Marchán EI, Yépez Albuja AC. Elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de yuca (*Manihot esculenta*) y zanahoria blanca (*arracacia xanthorrhiza*) Quito: Universidad San Francisco de Quito; 2018.
65. Inen. Bebidas alcohólicas. Alcohol etílico de origen agrícola. Requisitos. Tercera ed. Quito: Servicio Ecuatoriano de Normalización; 2018.

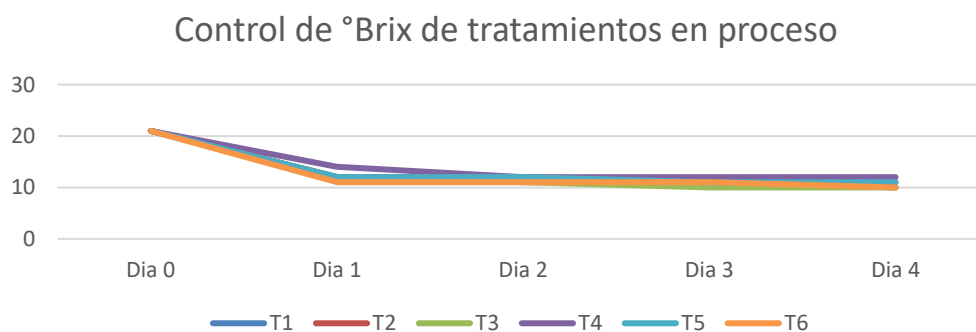
CAPÍTULO VIII

ANEXOS

Anexo 1. Control de pH en proceso de fermentación de tratamientos



Anexo 2. Control de °Brix en proceso de fermentación de tratamientos



Anexo 3. Resumen de costos de la investigación

COSTOS DE INVESTIGACIÓN			
Ítem	Valor unitario	Cantidad	Valor total
1kg banano	\$0.20	152	\$30.40
1Kg Almidón de papa	\$4.78	30	\$143.40
1Kg de melaza	\$0.40	124	\$49.60
1 Kg Levadura	\$8.50	0.700	\$5.95
1 Kg Urea	\$1.10	0.504	\$0.55
1 Kg Ácido cítrico	\$2.50	1.2	\$3.00
1 L Agua ozonizada	\$0.0625	372.8	\$23.30
1 Bio-reactor	\$2.50	60	\$150.00
Envase 750 ml	\$0.73	12	\$8.80
TOTAL			\$415.00

Anexo 4. Evidencia fotográfica del proceso de producción



Proceso de hidrolisis



Destilador de vodka



Proceso de destilación



Control de grados de alcohol



Control de °Brix



Vodka a 36°GL



Determinación de acidez



Tratamientos envasados

Anexo 5. Hoja de respuesta de evaluación sensorial por escala y preferencia de atributos

PRUEBA ORGANOLÉPTICA DE PERFIL SENSORIAL POR ESCALA DE CATEGORIAS

Nombre: _____

Fecha: 17/02/2020

Frente a usted dispone de 1 muestra de **vodka de banano**, usted debe probarla y evaluarla de acuerdo a cada uno de los atributos descritos a continuación. Por favor, antes de empezar la prueba de sabor, coma una galleta y beba agua suficiente para eliminar sabores residuales de los productos de ejemplo (banano, azúcar y licor).

ASPECTO:	
Transparencia	
Color celeste	

OLOR:	
Banano	
Dulce	
Alcohol	

SABOR:	
Banano	
Dulce	
Alcohol	
Astringencia	
Acidez	
Ardiente	

OBSERVACIONES:

Elaborado por: Tania Oña Cundulle

MUCHAS GRACIAS

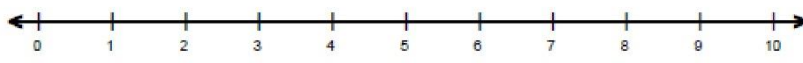
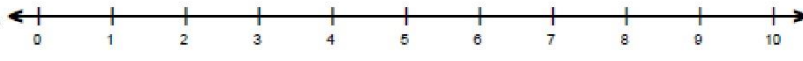
Anexo 6. Hoja de respuesta de evaluación sensorial comparativa de intensidad de atributos

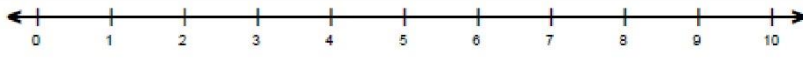
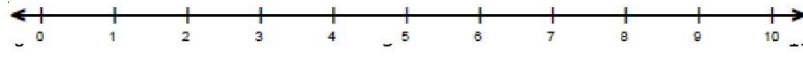
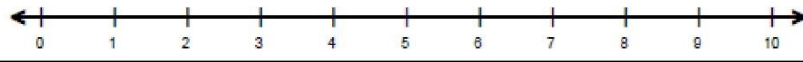
PRUEBA ORGANOLÉPTICA DE PERFIL SENSORIAL POR ESCALA DE CATEGORÍAS

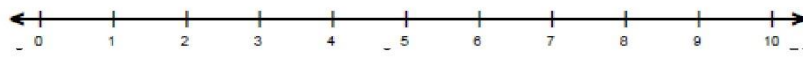
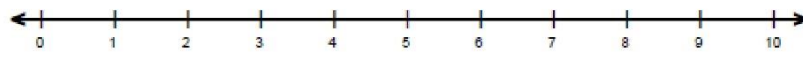
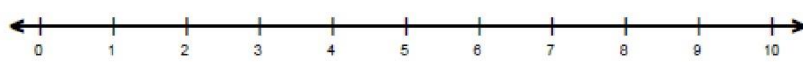
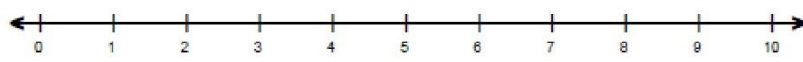
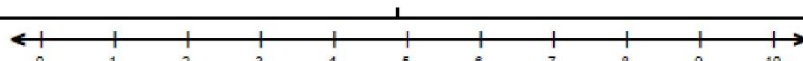
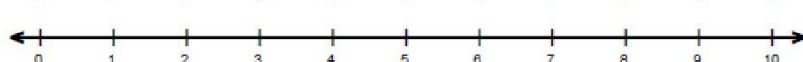
Nombre: _____

Fecha: __/02/2020

Frente a usted dispone de una muestra de **vodka**, usted debe probarla y evaluarla de acuerdo a cada uno de los atributos descritos a continuación. Por favor, antes de empezar la prueba de sabor, coma una galleta y beba agua suficiente para eliminar sabores residuales de los productos de ejemplo.

ASPECTO:	
Turbidez	
Tonalidad de color	

OLOR:	
Frutal	
Dulce	
Alcohol	

SABOR:	
Frutal	
Dulce	
Alcohol	
Astringencia	
SENSACIÓN:	
Acidez	
Ardor	

OBSERVACIONES:

Anexo 7. Evidencia fotográfica de análisis sensoriales



Anexo 8. Datos de promedios de evaluación sensorial por comparación de intensidad de atributos

tratamientos	repeticiones	A. Visual	A. Aroma	A. Sabor	A. Sensación	A. General
1	1	4,00	4,00	2,50	3,25	3,90
1	2	4,00	3,50	2,50	3,50	3,80
1	3	4,00	3,75	2,75	3,50	3,80
1	4	3,70	3,33	2,33	3,33	4,00
2	1	3,25	2,75	3,00	3,50	3,20
2	2	4,00	2,50	3,00	2,25	3,20
2	3	4,00	2,75	3,25	2,00	3,10
2	4	3,70	3,00	2,67	2,67	3,10
3	1	3,25	3,25	3,25	2,75	3,10
3	2	3,80	3,00	2,75	3,50	3,20
3	3	4,00	2,75	3,00	2,50	3,10
3	4	3,70	2,67	3,00	3,00	3,20
4	1	3,75	3,25	3,25	2,50	3,50
4	2	4,00	3,25	2,75	2,50	3,50
4	3	4,00	1,75	3,50	2,50	3,40
4	4	2,70	2,67	2,00	3,00	3,50
5	1	3,25	3,25	3,50	3,00	3,50
5	2	4,00	3,25	3,25	2,25	3,10
5	3	2,25	1,75	2,75	2,25	3,50
5	4	3,00	2,67	3,66	2,33	3,30
6	1	3,50	2,75	3,25	2,25	3,00
6	2	3,50	3,50	3,50	2,50	3,60
6	3	3,75	3,25	3,25	1,75	3,00
6	4	4,00	3,33	3,33	2,67	3,50

Anexo 9. Datos de promedios de evaluación sensorial de intensidad de atributos entre tratamientos

Tratamiento	Panelista	Aspecto	Aroma	Sabor	General
1	1	3	1	1	1
1	2	2	2	1	1
1	3	3	2	3	4
1	4	4	4	1	2
1	5	3	2	3	1
1	6	3	1	2	2
1	7	4	3	3	3
1	8	2	2	1	3
1	9	2	1	3	3
1	10	3	2	3	3
1	11	3	3	2	2
1	12	3	2	1	0
1	13	4	2	3	3
1	14	3	2	2	3
1	15	4	2	3	3
2	1	3	4	3	3
2	2	3	3	2	2
2	3	4	4	3	2
2	4	1	5	3	3
2	5	2	1	4	2
2	6	4	3	3	1
2	7	4	4	3	4
2	8	2	3	2	2
2	9	2	2	4	2
2	10	2	2	3	3
2	11	3	3	2	2
2	12	3	4	3	2
2	13	4	3	4	3
2	14	3	2	2	3
2	15	4	3	3	3
3	1	3	3	3	4
3	2	2	4	3	3
3	3	4	3	3	3
3	4	1	1	2	1
3	5	2	4	2	4
3	6	3	4	3	4
3	7	4	4	4	4
3	8	3	4	4	4
3	9	2	4	3	4
3	10	2	4	4	4
3	11	3	3	4	4
3	12	4	4	4	0
3	13	4	4	1	4
3	14	4	3	3	3
3	15	4	4	3	4

Anexo 10. Datos de promedios de análisis físico-químico de tratamientos

Tratamiento	Repetición	Acidez	pH	°Brix	Grado de alcohol
1	1	0,0046	6,88	12,2	35
1	2	0,0046	6,91	12,1	36
1	3	0,0046	6,92	11,9	36
1	4	0,0046	6,90	12,2	37
2	1	0,0046	7,56	11,44	36
2	2	0,0046	7,74	11,41	36
2	3	0,0046	7,60	11,42	36
2	4	0,0046	7,62	11,39	37
3	1	0,0046	7,61	11,33	37
3	2	0,0046	7,62	11,32	36
3	3	0,0046	7,62	11,36	36
3	4	0,0046	7,60	11,28	36
4	1	0,0046	7,30	12,77	36
4	2	0,0046	7,29	12,73	36
4	3	0,0046	7,35	12,68	36
4	4	0,0046	7,28	12,74	36
5	1	0,0046	7,32	11,21	37
5	2	0,0046	7,35	11,24	36
5	3	0,0046	7,34	11,22	36
5	4	0,0046	7,36	11,29	36
6	1	0,0046	7,91	11,92	36
6	2	0,0046	7,85	11,97	37
6	3	0,0046	7,92	11,95	36
6	4	0,0046	7,93	11,91	36

Anexo 11. Resultado de laboratorio de análisis de contenido de alcohol y metanol



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.47595a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ONA CUNDULLE TANIA FERNANDA
Dirección:	VIA A MOCACHE
Teléfono:	0959410499

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	BEBIDA ALCOHOLICA		
Descripción:	VODKA A PARTIR DE BANANO		
Lote	---	Contenido Declarado:	500mL
Fecha de Elaboración:	2020-01-28	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2020-02-12	Hora de Recepción:	12:43:54
Fecha de Análisis:	2020-02-17	Fecha de Emisión:	2020-02-17
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Líquido.	Conservación:	Al Ambiente

RESULTADOS INSTRUMENTAL

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
GRADO ALCOHOLICO	36	°GL	MIN-06	INEN 340
METANOL	0.60	mg/100 cm ³ AA	MIN-24	CG

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.
Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
La concepción - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Desarrollado por RocioSoft.com pág. 1/1

RIN-7.8-01 / Edición RG: 04

Anexo 12. Análisis estadístico de acidez

ANOVA (preferencia de sensación)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	0.00	6	0.00	sd	sd	
Tratamiento	0.00	5	0.00	sd	sd	
Repetición	0.00	1	0.00	sd	sd	0.00
Error	0.00	17	0.00			
Total	0.00	23				

Elaborado por: Oña, 2019.

Anexo 13. Análisis estadístico de pH

ANOVA (preferencia general)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	2.38	6	0.4	260.38	0.0001	
Tratamiento	2.38	5	0.48	312.34	0.0001	
Repetición	0.00085	1	0.00085	0.56	0.4648	-0.01
Error	0.03	17	0.0015			
Total	2.41	23				

Elaborado por: Oña, 2019.

Anexo 14. Resultado de Tukey de pH

Tratamiento	Medias	Nº Repeticiones	E.E.	
1	6.90	4	0.02	A
4	7.31	4	0.02	B
5	7.34	4	0.02	B
3	7.61	4	0.02	C
2	7.63	4	0.02	C
6	7.90	4	0.02	D

Elaborado por: Oña, 2019.

Anexo 15. Análisis estadístico de °Brix

ANOVA (preferencia general)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	6.65	6	1.11	256.92	0.0001	
Tratamiento	6.65	5	1.33	308.24	0.0001	
Repetición	0.0015	1	0.0015	0.34	0.5672	-0.01
Error	0.07	17	0.0043			
Total	6.73	23				

Elaborado por: Oña, 2019.

Anexo 16. Resultado de Tukey de °Brix

Tratamiento	Medias	Nº Repeticiones	E.E.	
5	11.24	4	0.03	A
3	11.32	4	0.03	A B
2	11.42	4	0.03	B
6	11.94	4	0.03	C
1	12.10	4	0.03	D
4	12.73	4	0.03	E

Elaborado por: Oña, 2019.

Anexo 17. Análisis estadístico de Grados de alcohol

ANOVA (preferencia general)						
FV	SC	GL	CM	F	P-valor	Coef
Modelo	0.37	6	0.06	0.21	0.9690	
Tratamiento	0.33	5	0.07	0.23	0.9451	
Repetición	0.03	1	0.03	0.11	0.7397	0.03
Error	4.97	17	0.29			
Total	5.33	23				

Elaborado por: Oña, 2019.

Anexo 18. Resultado de Tukey de Grados de alcohol

Tratamiento	Medias	Nº Repeticiones	E.E.	
1	36.00	4	0.27	A
4	36.00	4	0.27	A
5	26.25	4	0.27	A
6	36.25	4	0.27	A
3	36.25	4	0.27	A
2	36.25	4	0.27	A

Elaborado por: Oña, 2019.