



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:

“BEBIDA ALCOHÓLICA TIPO VODKA OBTENIDA DEL CAMOTE
(*Ipomoea batata L.*)”

Autora:

Damaris Dalia Sánchez Aguilera

Tutora de la Unidad de Integración Curricular:

Ing. Carol Coello Loor M. Sc.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2019-2020



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHO

Yo, **DAMARIS DALIA SÁNCHEZ AGUILERA**, 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.

DAMARIS DALIA SÁNCHEZ AGUILERA

C.I.: 094261598-0



CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

La suscrita Ing. Carol Daniela Coello Loor M. Sc., docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la egresada **DAMARIS DALIA SÁNCHEZ AGUILERA**, realizó el Proyecto de la Unidad de Integración Curricular titulado “BEBIDA ALCOHÓLICA TIPO VODKA OBTENIDA DEL CAMOTE (*Ipomoea batata L.*)”, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Carol Daniela Coello Loor M. Sc.

Directora De La Unidad De Integración Curricular



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 9%, 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 “BEBIDA ALCOHÓLICA TIPO VODKA OBTENIDA DEL CAMOTE (*Ipomoea batata* L.)”, el mismo que ha sido elaborado y presentado por la egresada **DAMARIS DALIA SÁNCHEZ AGUILERA**, por lo tanto el presente trabajo cumple con los requisitos técnicos y legales por la institución.

URKUND

Document Information

Analyzed document	BEBIDA ALHOLICA TIPO VODKA OBTENIDA DEL CAMOTE.docx (D77287927)
Submitted	7/29/2020 3:05:00 PM
Submitted by	
Submitter email	damaris.sanchez2014@uteq.edu.ec
Similarity	9%
Analysis address	afernandez.uteq@analysis.urkund.com

Ing. Carol Daniela Coello Loor M. Sc.

Directora De La Unidad De Integración Curricular



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

Título:

“BEBIDA ALCOHÓLICA TIPO VODKA OBTENIDA DEL CAMOTE (*Ipomoea batata*
L.)”

Presentado a la Comisión Académica 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. Rossy Rodríguez Castro M.Sc.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme brindado la vida, sabiduría, amor, confianza para que fuera posible alcanzar tan esperado triunfo. A mis padres, Cristóbal Sánchez y Ruth Aguilera por brindarme su apoyo desde que inicie mis estudios hasta ahora, por sus consejos, por enseñarme a luchar por lo que quiero, por ayudarme en todo momento. Quiero aprovechar estas líneas para decir lo mucho que los amo y admiro son los mejores.

A mis hermanos, Marcelo por brindarme su apoyo mientras me formaba como profesional, Dinora agradezco sus consejos y por apoyarme en todo momento siempre fue una mano que me sostuvo cuando tropezaba, Leithon, Leithito como le digo de cariño por ayudarme en las desveladas que tuvimos mientras realizábamos el vodka por las risas que compartimos en el proceso gracias ñaño, Ruth mi enana eres la que más le debo gracias por cada risa, llanto por ayudarme en todos estos años pese a todo siempre fuimos unidas tu apoyo fue incondicional no sé cómo expresar el agradecimiento que tengo por todo lo has hecho por mí, por ser mi mejor amiga, por aguantarme en mis días malos, por consolarme cuando lloraba sobre todo en los exámenes finales y por cuidarme siempre, todos las desveladas hoy tienen su recompensa, Lewis gracias por motivarme, Steven mi ñaño feo gracias por ser mi inspiración por superar cada obstáculo.

A mi tutora, la Ing. Carol Coello Loor por la confianza, paciencia y apoyo durante el desarrollo del trabajo. Ing. Ángel Fernández por brindarme su ayuda cuando necesitaba, gracias al maestro de maestros.

Mi gran amiga Tania millón gracias, por acogerme en tu familia, tu amistad ha sido la mejor siempre tuve una mano, un hombro, un apoyo sincero y desinteresado, siempre ayudándome gracias por tu consejo de vida, agradezco a nuestro padre celestial por mostrarme su amor enviando a un angelito a mi vida. Jonathan el mejor gracia por brindarme un soporte, por todas las alegrías, aventuras compartidas en el buggi buggy, por ser como eres el saber que puedo contar contigo siempre es una de las mejores sensaciones y ahora que han pasado los años puedo decir eres mi mejor amigo.

Jair DLMP gracias por todo nano de mi vida. Gracias Elian Bozada por su ayuda éxito en su vida, Daniel Aguayo de quien aprendí muchas cosas, quien me hizo crecer profesionalmente y personalmente, la gratitud es simplemente el acto más grande de humildad.

A la familia Oña Cundulle por brindarme un lugar en su corazón, en su hogar. Y demás personas que apoyaron en este largo caminar, gracias totales.

DEDICATORIA

Dedico mi tesis con todo mi amor a mis padres Cristobal Sánchez y Ruth Aguilera permitiéndome alcanzar una de las metas más anheladas; en esta hermosa carrera universitaria, y en la perfecta carrera de la vida.

A mis hermanos por su apoyo y amor los amitos.

A amigo Stalin Buste, hoy cumplí nuestro sueño. Jonathan Moncada padrino siempre te recordare con amor.

Con amor Dali

Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para comprender el bello y maravilloso mundo del saber

Albert Eintein

RESUMEN

El camote (*Ipomoea batata* L.), es un tubérculo cultivada en gran parte del mundo por su raíz tuberosa comestible, pero muy poco aprovechado en el Ecuador. Posee grandes beneficios nutricionales en comparación a otros tubérculos, convirtiendo este factor en una ventaja competitiva para la comercialización de sus derivados; razón por la que este proyecto tuvo como objetivo el aprovechamiento del camote en una bebida destilada tipo vodka para de esta manera brindar una alternativa de industrialización. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de AxB (2x3) con 4 repeticiones, 6 tratamientos. El factor A estudiado fue la relación camote: almidón de papa expresada en %, mientras que el factor B fue la dilución mezcla: agua. Los parámetros físico-químicos estudiados fueron: grados Brix, pH y contenido de alcohol (% Vol.). Los atributos sensoriales evaluados en la investigación fueron los parámetros de color, aroma, sabor astringencia y aceptabilidad, junto con el análisis de preferencia, el mismo que permitió determinar que el mejor tratamiento fue el T6 (70: 30; 25: 75) con 35% de preferencia y presentando valores de 9.50% de grados Brix, 4.60 pH, y 83.5% Vol. de contenido de alcohol; además de un análisis comparativo realizado con tres marcas de vodka comerciales existentes en el mercado. En el análisis de contenido de metanol el resultado obtenido fue de 0.69 mg/100cm³, estando dentro de los valores permitidos en la NTE INE 369. Finalmente se determinó que el vodka presentó un rendimiento del 36% con respecto al producto final.

Palabras claves: Almidón de papa, camote, hidrólisis, metanol, rendimiento, tubérculo.

ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batata L.*), is a tuber cultivated in much of the world for its edible tuberous root, but very little used in Ecuador. It has great nutritional benefits compared to other tubers, turning this factor into a competitive advantage for the commercialization of its derivatives; This is the reason why this project aimed to take advantage of the sweet potato in a vodka-type distilled beverage in order to provide an alternative for industrialization. A completely randomized design (DCA) with a factorial arrangement of AxB (2x3) with 4 repetitions, 6 treatments was used. Factor A studied was the sweet potato: potato starch ratio expressed in%, while factor B was the mixed dilution: water. The physical-chemical parameters studied were: Brix degrees, pH and alcohol content (% Vol.). The sensory attributes evaluated in the research were the parameters of color, aroma, taste, astringency and acceptability, together with the preference analysis, which allowed determining that the best treatment was T6 (70: 30; 25: 75) with 35 % of preference and presenting values of 9.50% of Brix degrees, 4.60 pH, and 83.5% Vol. of alcohol content; in addition to a comparative analysis carried out with three commercial vodka brands on the market. In the analysis of methanol content, the result obtained was 0.69 mg / 100cm³, being within the values allowed in the NTE INE 369. Finally, it was determined that the vodka presented a yield of 36% with respect to the final product.

Keywords: Potato starch, sweet potato, hydrolysis, methanol, yield, tuber.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	Pág.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHO -----	ii
CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR -----	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO -----	iv
AGRADECIMIENTO -----	vi
DEDICATORIA -----	vii
RESUMEN -----	viii
ABSTRACT -----	ix
INTRODUCCIÓN -----	1
CAPÍTULO I. -----	3
CONTEXTUALIZACIÓN 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. -----	6
1.2.1. Objetivo general. -----	6
1.2.2. Objetivos específicos -----	6
1.3. Justificación. -----	6
CAPÍTULO II. -----	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN -----	8
2.1. Marco teórico. -----	9
2.1.1. Origen del camote. -----	9
2.2.2.1. <i>Composición nutricional.</i> -----	10
2.2.2.2. <i>Variedades.</i> -----	10
2.2.3. Subproductos del camote. -----	11
2.2.3.1. <i>Panificación.</i> -----	11
2.2.3.2. <i>Fideos.</i> -----	11
2.2.3.3. <i>Licores.</i> -----	11
2.2.3.4. <i>Bioetanol.</i> -----	12
2.2.4. Almidón de camote. -----	12
2.2.4.1. <i>Hidrolisis del almidón.</i> -----	13

2.2.5.	Tipos de bebidas alcohólicas. -----	14
2.2.5.1.	Bebidas alcohólicas destiladas. -----	14
2.2.6.	Fermentación de alcohólicas. -----	15
2.2.6.1.	<i>Levadura Saccharomyces cerevisiae.</i> -----	16
2.2.6.2.	<i>Melaza.</i> -----	17
2.2.7.	Vodka. -----	17
2.2.7.1.	<i>Tipos de vodka.</i> -----	18
2.2.7.2.	<i>Proceso de destilación.</i> -----	19
2.2.7.3.	<i>Requisitos.</i> -----	19
2.2.	Marco conceptual. -----	20
2.3.	Marco referencial. -----	21
CAPÍTULO III. -----		24
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN -----		24
3.1.	Localización. -----	25
3.2.	Tipos de investigación. -----	25
3.2.1.	Investigación exploratoria. -----	25
3.2.2.	Investigación descriptiva. -----	25
3.2.3.	Investigación experimental. -----	25
3.3.	Métodos de investigación. -----	26
3.3.1.	Método inductivo – deductivo. -----	26
3.3.3.	Método estadístico. -----	26
3.4.	Fuentes de recopilación de la investigación. -----	26
3.5.	Diseño de la investigación. -----	26
3.5.1	Esquema de Andeva. -----	27
3.5.2.	Factores de estudio. -----	27
3.5.3.	Esquema del experimento. -----	28
3.6	Instrumentos de la investigación. -----	29
3.6.1.	Análisis físico-químicos. -----	29
3.6.1.1.	<i>Grados Brix.</i> -----	29
3.6.1.2.	<i>pH.</i> -----	30
3.6.1.3.	<i>Contenido de alcohol.</i> -----	30
3.6.2.	Análisis sensorial. -----	30
3.6.3.	Contenido de metanol. -----	32
3.6.4.	Rendimiento de vodka. -----	33
3.7.	Procedimiento experimental. -----	33

3.7.1.	Descripción del proceso.	33
3.8.	Recursos humanos y materiales.	37
3.8.1.	Recursos humanos.	37
3.8.2.	Materia prima e insumos.	37
3.8.3.	Materiales.	37
3.8.4.	Equipos.	38
CAPÍTULO IV.		39
RESULTADOS Y DISCUSIONES		39
4.1.	Resultados de análisis físico-químicos.	40
4.1.1.	Etapa de hidrólisis.	40
4.1.2.	Etapa de fermentación-destilación.	41
4.1.2.1.	<i>Grados Brix.</i>	41
4.1.2.2.	<i>pH.</i>	43
4.1.2.3.	<i>Contenido de alcohol en la destilación.</i>	44
4.2.	Resultados de análisis sensorial.	45
4.2.1.	Color.	45
4.2.2.	Aroma.	46
4.2.3.	Sabor.	47
4.2.4.	Astringencia.	47
4.2.5.	Aceptabilidad.	48
4.2.6.	Determinación del mejor tratamiento.	49
4.3.	Resultados de análisis comparativo.	50
4.4.	Resultados de contenido de metanol.	51
4.5.	Rendimiento del vodka.	52
4.6.	Caracterización del producto final.	54
CAPÍTULO V.		55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		55
5.1.	Conclusiones.	56
5.2.	Recomendaciones.	57
CAPÍTULO VI.		58
BIBLIOGRAFÍA		58
6.1.	Bibliografía consultada.	59
CAPÍTULO VII.		64
ANEXOS		64
Anexo A.		65

Anexo B.	65
Anexo C.	66
Anexo D.	69
Anexo E.	74
Anexo F.	75
Anexo G.	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
Tabla 1. Clasificación taxonómica del camote	9
Tabla 2. Composición nutricional del camote por 100 g de peso.....	10
Tabla 3. Requisitos físico-químicos del Vodka	20
Tabla 4. Esquema del Andeva de la investigación	27
Tabla 5. Factores de estudio a aplicar.....	28
Tabla 6. Esquema del experimento del Andeva	28
Tabla 7. Valores promedios de grados Brix, pH y contenido de alcohol de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.....	41
Tabla 8. Valores promedios de color, aroma, sabor, astringencia y aceptabilidad de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.....	45
Tabla 9. Resultados de análisis de preferencia.	49
Tabla 10. Valores promedios del análisis comparativo.	50
Tabla 11. Resultados de contenido de metanol de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.....	51
Tabla 12. Caracterización del producto final de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
<i>Figura 1. Diagrama de flujo para la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote .</i>	36
<i>Figura 2. Valores de pH en la etapa de hidrólisis de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.....</i>	40
<i>Figura 3. Valores de grados Brix en la etapa de hidrólisis de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.....</i>	40
<i>Figura 4. Medias de grados Brix de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote</i>	42
<i>Figura 5. Variación de grados Brix en función al tiempo en la fermentación de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote</i>	42
<i>Figura 6. Medias de pH de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote</i>	43
<i>Figura 7. Variación de pH en función al tiempo en la fermentación de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote</i>	43
<i>Figura 8. Medias de contenido de alcohol de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.....</i>	44
<i>Figura 9. Variable color de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote</i>	46
<i>Figura 10. Variable aroma de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote</i>	46
<i>Figura 11. Variable sabor de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.....</i>	47
<i>Figura 12. Variable astringencia de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.</i>	48
<i>Figura 13. Variable aceptabilidad de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote</i>	48
<i>Figura 14. Análisis de preferencia de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote</i>	49
<i>Figura 15. Análisis comparativo de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote</i>	50
<i>Figura 16. Balance de masa del T6 (70:30; 25: 75) de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.....</i>	52

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	BEBIDA ALCOHÓLICA TIPO VODKA OBTENIDA DEL CAMOTE (<i>Ipomoea batata L.</i>)
Autora:	Damaris Dalia Sánchez Aguilera
Palabras clave:	Almidón de papa, camote, hidrólisis, metanol, rendimiento, tubérculo.
Editorial:	Quevedo. UTEQ, 2020
Resumen:	El camote (<i>Ipomoea batata L.</i>), es un tubérculo cultivada en gran parte del mundo por su raíz tuberosa comestible, pero muy poco aprovechado en el Ecuador. Posee grandes beneficios nutricionales en comparación a otros tubérculos, convirtiendo este factor en una ventaja competitiva para la comercialización de sus derivados; razón por la que este proyecto tuvo como objetivo el aprovechamiento del camote en una bebida destilada tipo vodka para de esta manera brindar una alternativa de industrialización. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de AxB (2x3) con 4 repeticiones, 6 tratamientos. El factor A estudiado fue la relación camote: almidón de papa expresada en %, mientras que el factor B fue la dilución mezcla: agua. Los parámetros físico-químicos estudiados fueron: grados Brix, pH y contenido de alcohol (% Vol.). Los atributos sensoriales evaluados en la investigación fueron los parámetros de color, aroma, sabor astringencia y aceptabilidad, junto con el análisis de preferencia, el mismo que permitió determinar que el mejor tratamiento fue el T6 (70: 30; 25: 75) con 35% de preferencia y presentando valores de 9.50% de grados Brix, 4.60 pH, y 83.5% Vol. de contenido de alcohol; además de un análisis comparativo realizado con tres marcas de vodka comerciales existentes en el mercado. En el análisis de contenido de metanol el resultado obtenido fue de 0.69 mg/100cm³, estando dentro de los valores permitidos en la NTE INE 369. Finalmente se determinó que el vodka presentó un rendimiento del 36% con respecto al producto final.
Descripción:	91 hojas A4, 21x29.7 cm +CD-ROM.
URL:	(En blanco hasta cuando se disponga los repositorios).

INTRODUCCIÓN

El camote (*Ipomoea batata* L.) es un tubérculo de fácil propagación y pocos requerimientos nutricionales con costos de producción bajos que se cultiva alrededor del mundo alcanzando una producción global de 150 millones de toneladas (Tm) (1). Posee grandes beneficios nutricionales en comparación a otros tubérculos como la papa y la yuca, convirtiendo este factor en una ventaja competitiva para la comercialización de sus derivados presentando una diversidad de usos desde el destinado a la alimentación humana, animal (ganado lechero y porcino en especial), así como para fines industriales en la producción de almidón, alcohol, chifles, harina, etc. (2).

En el Ecuador las superficies cultivadas son escasas; sin embargo, es un cultivo que está distribuido en todo el país y forma parte de los sistemas de explotación agrícola de pequeños y medianos agricultores pero por ser un producto poco promocionado y de importancia secundaria en la alimentación humana, los volúmenes que llegan a los mercados son pequeños, además de no existir un volumen de comercialización definido (3). Si bien el agro ecuatoriano posee conocimientos ancestrales sobre el cultivo del camote, necesita aumentar su presencia en cuanto a superficie sembrada en el país por los beneficios que pueda representar.

Al momento es producido en bajas cantidades y exportado a diversos países en forma natural, siendo usado en los destinos para la elaboración de derivados como mermelada, dulces, snacks, entre otros (2). Su adaptabilidad a varios tipos de suelos y pisos climáticos, permite que sea sembrado en la Costa, el Oriente y valles interandinos llegando a promedios de 16 TM (4).

Por otro lado las bebidas alcohólicas son productos que contienen etanol obtenido mediante fermentación, el sabor y aroma de las bebidas alcohólicas está influyendo en gran parte por compuestos son alcoholes, carbonilos, ácidos orgánicos, esterres y compuestos azufrados, en conjunto reciben el nombre de congeneritos (5). En cuanto al vodka, se lo considera la bebida alcohólica más popular del mundo. Incluso resulta imposible hacer estimaciones sobre cuánto de vodka se produce y se consume, puesto que existen numerosas marcas humildes y desconocidas.

Se obtiene a partir de almidón, a nivel industrial, el almidón juega un papel vital en el desarrollo de productos alimenticios como materia prima y aditivo alimentario empleándose como espesante, estabilizador o mejorador de textura; contribuye a la calidad de productos almacenados mejorando la retención de humedad y controlando la movilidad del agua (6).

La producción de Vodka depende fundamentalmente de la calidad de las materias primas, por lo que normalmente es obtenido el alcohol por fermentación de granos y papas, aunque puede utilizarse alcohol proveniente de la fermentación de las mieles finales o de sueros de leche, cuando éste sea de muy buena calidad y neutro. Por ello, la pureza del alcohol resulta determinante en el grado de rectificación que se necesita para lograr el producto deseado (7). Por tal motivo este tubérculo es producido tanto en lugares del Ecuador como del mundo, tiene una alta demanda debido a su potencial económico favorable, de ser un buen sustituto porque tienes múltiples aplicaciones.

CAPÍTULO I.
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El camote se sitúa entre los 3 principales tubérculos cultivados a nivel mundial considerándose de importancia para países en vías de desarrollo, con alto valor energético (8) significando una fuente para fabricar almidón y productos industriales derivados como alternativa de transformación (9), representando un potencial de aprovechamiento para la seguridad alimentaria, permitiendo mejorar la calidad y nivel de vida de los agricultores, productores y de la población (10).

En el Ecuador, desde el año 2011, este cultivo ha ido incrementándose debido a los beneficios que posee su consumo y a las distintas promociones que el gobierno ha estado realizando mediante el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP) (11); sin embargo, uno de los principales problemas es el escaso consumo debido al desconocimiento de este tubérculo y la poca explotación a nivel industrial, a pesar del bajo costo de producción que tiene, ya que muchas personas ignoran los valores nutricionales y medicinales que posee (12).

Uno de los principales problemas del camote es el escaso consumo debido al desconocimiento de su contenido nutricional y la inestabilidad de la producción ocasionado por efectos ambientales como sequías, exceso de lluvias, entre otros, además el uso indebido de la tierra ocasiona un desequilibrio en la oferta y la demanda. Se ha observado en ocasiones la sobreproducción supera la demanda y esto provoca que un valor decreciente del mismo.

Diagnóstico.

El consumo per cápita del camote en el Ecuador es bajo, aproximadamente 2Kg, en comparación a otros países como Perú y Paraguay que tienen un consumo de 7Kg y 14Kg respectivamente; o países asiáticos como China cuyo consumo es elevado de 44Kg (13). Este bajo consumo se debe que el área de cultivo todavía es reducida en comparación con otros productos (14), ya que se desconoce que algunas partes de la planta de camote son comestibles como sus raíces, hojas y brotes, además su alto contenido de almidón (9).

En cuanto al vodka, su demanda crece a medida que las personas comienzan a darse cuenta de que no todos son iguales y de que el vodka puede servirse no sólo como base para un coctel, sino también como un aguardiente que debería servirse solo y ligeramente helado, de modo que pueda apreciarse todo su carácter y calidad (6).

Pronóstico.

Las características que reúna este tipo de bebida, podrían no estar acorde a las especificaciones de la normativa INEN, con su contenido alcohólico, acidez y los contenidos de alcoholes superiores elevados, siendo indebido para el consumo humano.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Cuál será la caracterización que presentará la bebida alcohólica obtenida del camote (*Ipomoea batata* L.)?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cuáles serán las características físico químicas que presentará la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote?

¿Cuál será la valoración sensorial de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote?

¿Cuánto será el contenido de metanol que presentará el mejor tratamiento de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote?

¿Qué rendimiento tendrá el mejor tratamiento de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote?

¿Cuál será la caracterización del mejor tratamiento de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Caracterizar la bebida alcohólica tipo vodka obtenida a partir de camote (*Ipomoea batata* L.).

1.2.2. Objetivos específicos

- Cuantificar las características físico-químicas de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote en las etapas de hidrolisis, fermentación y destilación.
- Realizar un análisis sensorial a la bebida alcohólica tipo vodka obtenida a partir de camote.
- Identificar el contenido de metanol mediante espectrofotometría ultravioleta visible al mejor tratamiento de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.
- Determinar el rendimiento del mejor tratamiento de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.
- Caracterizar el mejor tratamiento del producto final.

1.3. Justificación.

El camote es un alimento de alta energía, cuyas raíces tienen un contenido de carbohidratos totales de 25 a 30 %, de los cuales el 98 % son considerados fácilmente digeribles; consecuentemente es ideal para elaboración de harinas como subproducto. Actualmente, en el Ecuador se cultivan alrededor de 17 variedades de camote según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP) (15). En el campo agroindustrial se está buscando ofertar un nuevo uso para la industrialización del camote, pues por su alto contenido de almidón es viable para la obtención de etanol y gracias a la existente demanda de bebidas alcohólicas se puede utilizar para sacar provecho de los recursos propios de nuestro país (6).

Por otro lado, para la Organización Mundial de la Salud (OMS) el consumo per cápita de alcohol en Ecuador hasta el año 2011 fue de 9.4 litros (16), de esta manera se puede buscar una alternativa de industrialización del camote debido a que es una planta de la que se aprovechan todas sus partes, permitiendo incrementar el rendimiento, pues este cultivo por ser una buena fuente de energía y proteínas para la alimentación y usos para la agroindustria (2). En este ámbito se considera la posibilidad de dar una nueva alternativa de industrialización al camote, con la fabricación de una bebida alcohólica destilada, permitiendo que sea más atractivo para el consumidor, ya que existe una gran demanda de bebidas alcohólicas.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico.

2.1.1. Origen del camote.

Proviene de la palabra náhuatl *camotli*, que significa <<raíz blanda>>, y la planta tiene este nombre por tener, como parte principal, la raíz y por ser ésta de consistencia blanda (21). El origen de esta dulce raíz se ubica en nuestro continente: América. Precisamente el lugar más antiguo donde se han encontrado batatas fósiles descubiertas por F. Engel (53), es en las Cuevas de la Puna de Chilca, Perú, cuya edad determinada mediante la técnica del C-14, se remonta a unos 8.000 o 10.000 años (17).

Las primeras referencias de la planta corresponden a Colón en 1492 y también a Fernández de Oviedo, quien la describió en 1526, en la isla Española. Se conoce además que a la llegada de los españoles, el cultivo estaba extendido en toda Sudamérica y Centroamérica; los españoles lo introdujeron a Europa y lo dispersaron hacia China, Japón, Malasia y las islas Molucas. Por otro lado, los portugueses lo llevaron a la India, Indonesia y África (22).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del camote

Taxonomía	
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Familia	Convolvulaceae
Tribu	Ipomoeae
Género	<i>Ipomoea</i>
Especie	<i>I. batatas</i>

Fuente: (23)

Elaborado por: Huamán, 1992

2.2.2.1. Composición nutricional.

La composición nutricional es la principal característica que influye sobre las cualidades nutritivas del camote. El sabor, textura y color dependen de la composición química. El almidón es una sustancia formada por la unión de reserva en cadena de moléculas de azúcar (glucosa). Entre los principales azúcares hallados están la sacarosa, glucosa y fructosa (24). En la tabla 2 se muestra la composición del camote.

Tabla 2. Composición nutricional del camote por 100 g de peso

Componente	Unidad	Cantidad
Energía	Kcal	114
Proteína	g	1.1
Grasa	g	0.1
Calcio	g	19
Fósforo	g	50
Hierro	g	2.1

Fuente: (24)

Elaborado por: Benavides (2011)

2.2.2.2. Variedades.

Dentro de las variedades de camote, los de sabor dulce son introducidos a los mercados de la población, pues el camote blanco tiene menor aceptación que el morado. A continuación se describe las características de cada una de las variedades (25):

- La variedad Peseta de dulce presenta una piel de color morado, redondeado y su pulpa blanca con vetas de color morado.
- La variedad Baños de sal presenta una piel de color morado, de forma alargada y su pulpa de color blanco.
- La variedad Cargamento de dulce presenta una piel de color tomate, redondeado y su pulpa de color amarillo.

- La variedad Urpe de sal presenta una piel de color tomate, de forma alargada y su pulpa de color crema.

2.2.3. Subproductos del camote.

2.2.3.1. Panificación.

Para la elaboración del pan con harina de camote se puede sustituir la harina de trigo hasta en un 30 % con harina de camote. El método empleado en la elaboración del pan es el mismo que se utiliza para las distintas variedades de pan con harina de trigo (26). La harina de camote es más apta para galletas, pasteles y snacks; y, menos apta para productos con base en levadura, como el pan, debido a la falta de gluten. Para galletas, pasteles y snacks, la tasa de sustitución puede alcanzar de 80 a 100 %; mientras que, para productos con base en levadura, la utilización de harina de camote puede ser del 25 a 30 % (27).

2.2.3.2. Fideos.

La elaboración de fideos también se realiza a partir del almidón de camote. Se toma una pequeña parte de almidón gelatinizado con agua caliente (3-4 % del total) y se mezcla con almidón crudo y agua para formar una pasta, se somete a extrusión a través de orificios de 0,7-0,8 mm de diámetro. Los fideos se introducen inmediatamente en agua hirviendo durante pocos segundos, luego son enfriados inmediatamente y escurridos. Los fideos se refrigeran a temperaturas de 0-4 °C o congelados a -10 °C, durante 12 a 24 h, para permitir la retrogradación del almidón. Finalmente, son descongelados y secados con aire forzado o expuestos al sol, antes de empacarlos (28).

2.2.3.3. Licores.

Estudios de laboratorio previos, efectuados en Perú, demuestran que se pueden obtener 125 L de alcohol a partir de 1 TM de camote, esto lo convierte en una excelente materia prima en la industria de alcohol para el consumo humano. Después de lograr la

producción de alcohol y shochu, se puede pasar a la producción de etanol como combustible (29). En la región amazónica de Ecuador, los Jíbaros y Shuaras elaboran chicha con base en camote, considerada como una bebida energética y alimenticia, que al pasar el tiempo debido a la fermentación se constituye en una bebida alcohólica (30).

2.2.3.4. Bioetanol.

El bioetanol es el alcohol etílico deshidratado (99,4 % de pureza) utilizado en motores a explosión, como sustituto de la gasolina. Es un alcohol elaborado a partir de fuentes renovables, que sigue un procedimiento de fabricación iniciado en la hidrólisis del almidón para la obtención de azúcares, los mismos que se fermentan para obtener etanol. También se utiliza la fermentación directa de productos azucarados. En este proceso se obtiene el alcohol hidratado, con un contenido aproximado del 5 % de agua, que tras ser deshidratado se puede utilizar como combustible (31).

El bioetanol se obtiene de 3 grupos de materia prima, el primero es el azúcar procedente de la caña o la remolacha; el segundo son los cereales, tubérculos y raíces, mediante la fermentación de los azúcares del almidón; y el tercero es la biomasa, es decir hojas, tallos, raíces u otras partes de la planta de las que se pueda obtener celulosa y hemicelulosa, para fermentar los azúcares contenidos en dichos polisacáridos (32).

2.2.4. Almidón de camote.

El proceso de extracción de almidón se realiza por procesos de lixiviación en húmedo. El proceso inicia con la recepción y almacenaje de las raíces, se lavan los camotes y se rallan para formar una pasta de agua, jugos de la raíz, gránulos de almidón y fibras desgarradas, luego se diluye la mezcla con agua corriente, se separa el agua de la pulpa con decantadores, para la extracción del almidón se utilizan tamices centrífugos cónicos, el almidón disuelto en el agua es concentrado con tamices y separadores de tobera, para finalmente proceder al secado, hasta obtener cristales de almidón, con un 20% de humedad (33).

El almidón obtenido puede ser utilizado como componente principal o ingrediente complementario en diversos procesos alimenticios. Actualmente, una alternativa notable de utilización del almidón de camote y de mayor rentabilidad es la elaboración de tallarines para los mercados de algunos países asiáticos, como China.

2.2.4.1. Hidrolisis del almidón.

El almidón es una materia prima 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 (34). Debido a que el almidón es el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional (espesante, estabilizante y gelificante) en la industria alimentaria, es necesario buscar nuevas fuentes de extracción, ya que con una producción mundial de almidón de 48,5 millones de TM al año, existe demanda insatisfecha (35).

Estructuralmente, el almidón está compuesto de dos polisacáridos químicamente diferenciables: la amilosa y la amilopectina. La amilosa es un polímero lineal de moléculas de glucosa que se unen por enlaces α (1-4), en el cual algunos enlaces α (1-6) pueden estar presentes. Mientras que la amilopectina es un polímero ramificado de moléculas de glucosa unidas, en un 94-96 %, por enlaces α (1-4) y en un 4-6 % con enlaces α (1-6), como se muestra en la Figura 2. Dichas ramificaciones se localizan aproximadamente cada 15-25 unidades de glucosa (36).

Los polisacáridos, como el almidón, no pueden ser utilizados por los organismos en su forma completa, necesitan ser descompuestos en unidades más pequeñas, para participar en transformaciones metabólicas. En los sistemas bioquímicos de animales y plantas intervienen una serie de enzimas capaces de catalizar la hidrólisis del almidón, así como otras capaces de catalizar su biosíntesis. La sacarificación del almidón o conversión del almidón en azúcares se lleva a cabo mediante hidrólisis con ácidos y/o enzimas, se obtienen productos de composición muy distinta que, según el procedimiento seguido para dicha obtención, tienen las aplicaciones más diversas (37).

Para la hidrólisis ácida del almidón se utilizan ácidos como el clorhídrico, sulfúrico, fosfórico, carbónico, fórmico, láctico, tartárico o cítrico. La hidrólisis se lleva a cabo a

temperatura de ebullición, para lo cual se utiliza baño maría. El ácido cataliza, al azar, los enlaces glucosídicos del almidón, por lo que se forma una gran variedad de oligosacáridos, los cuales finalmente se convierten en glucosa. El tiempo es un factor determinante pues a mayor tiempo transcurrido habrá mayor hidrólisis del almidón y, por tanto, mayor número de grupos reductores. Esto se puede determinar con la utilización del ácido 3'-5'-dinitrosalicílico (3'5'- DNS), que reacciona con los grupos reductores y se convierte en ácido 3-amino- 5-dinitrosalicílico, compuesto anaranjado, cuyo color se detecta en un espectrofotómetro, mediante su absorbancia a 540 nm (38).

2.2.5. Tipos de bebidas alcohólicas.

Las bebidas alcohólicas son obtenidas por fermentación alcohólica de la materia prima vegetal que sirve de base utilizando levaduras del género *Saccharomyces*, sometida o no a destilación, rectificación, redestilación, en presencia de productos naturales, susceptibles de ser añejadas, con una graduación alcohólica de 2% a 55% en volumen a 20 (293K) (39).

Todas las bebidas alcohólicas son productos que contienen etanol obtenido mediante fermentación, el sabor y aroma de las bebidas alcohólicas está influyendo en gran parte por compuestos son alcoholes, carbonilos, ácidos orgánicos, ésteres y compuestos azufrados, en conjunto reciben el nombre de congeneritos (5).

2.2.5.1. Bebidas alcohólicas destiladas.

También conocidas como bebidas espirituosas, son aquellas bebidas alcohólicas destinadas al consumo humano obtenidas por destilación, en presencia o no de aromas, de productos naturales fermentadas o por maceración de sustancias vegetales, con adición o no de aromas, azúcares u otros edulcorantes y cuya graduación alcohólica es superior al 15 % vol. Existe una gran variedad de bebidas espirituosas, en función de las materias primas destiladas, de los aromatizantes o de los complementos utilizados en su elaboración (40).

Se clasifican estas bebidas de acuerdo a su graduación alcohólica y al tratamiento al que se someten (41):

- **Aguardientes simples:** Son líquidos alcohólicos que proceden de la destilación de materias vegetales previamente fermentadas, las cuales ceden sus características de aroma y sabor, además tienen una graduación alcohólica comprendida entre 30° y 80°. Según la materia prima empleada se distinguen los aguardientes de vino, orujo, caña, melazas, frutas, sidra y cereales maltados.
- **Alcoholes destilados:** Son aquellos cuya graduación está comprendido entre 80° y 96°, según las materias primas empleadas y los sistemas de obtención se distingue [30]: destilados de vino, cereales y de orujos.
- **Alcoholes rectificados:** Son aquellos que se han obtenido por destilación, rectificación de aguardientes y alcoholes destilados, su graduación es superior a 96°, según las materias primas empleadas se distinguen los rectificados de vinos, orujos, frutas, cereales y melazas.
- **Aguardientes compuestos:** Son los productos elaborados naturales con aguardientes simples o con otros alcoholes naturales o sus mezclas, aromatizados directamente o en el momento de redestilación, rebajados con agua y añejados o no, además se puede incorporar mosto, sacarosa o caramelo y su graduación no será inferior a 30°. En este grupo se incluyen otros como el Brandy, Ron, Whisky, Ginebra, Vodka.

2.2.6. Fermentación de alcohólicas.

La fermentación alcohólica, además de un proceso anaeróbico, es también un proceso exotérmico, es decir, libera energía, así como moléculas de ATP, de las cuales se genera un total de dos moléculas por cada molécula de glucosa procesada. Además, el valor de la entalpía libre (o energía libre de Gibbs), en este tipo de fermentación, tiene un valor de $\Delta G = -234.6 \text{ KJ. Mol}^{-1}$, este valor negativo indica que desde un punto de vista termodinámico la fermentación etílica es un proceso químico de tipo espontáneo (42).

La energía generada en esta fermentación (57 kcal) no es liberada toda en forma de calor; parte de ella se conserva en forma de enlaces fosfato ricos en energía en el ATP, con una producción neta de dos enlaces. 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 (43).

- En la fermentación alcohólica las moléculas de NADH donan sus electrones a otras moléculas derivadas del piruvato, y así se produce un alcohol. El alcohol que se produce es específicamente etanol o alcohol etílico, y es un proceso que ocurre en dos pasos.
- En el primer paso se libera un grupo carboxilo del piruvato, el cual es soltado en forma de dióxido de carbono, dejando así una molécula de dos carbonos llamada acetaldehído.
- En el segundo paso, el NADH pasa sus electrones al acetaldehído producido anteriormente, con lo cual se produce el etanol y se regenera el NAD⁺, que es necesario para mantener la glucólisis y, en consecuencia, el suministro de piruvato.
- La ecuación química neta para la producción de etanol a partir de glucosa es:
$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (glucosa)} \rightarrow 2 \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH} \text{ (etanol)} + 2 \text{ CO}_2 \text{ (dióxido de carbono)}$$
- Las levaduras realizan la fermentación alcohólica que se emplea en la producción de bebidas alcohólicas comunes, como la cerveza y el vino, así como en la realización de panes.

2.2.6.1. Levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

La levadura es la fuente principal para empezar la incubación, multiplicación de las células encargadas de transformar todo el azúcar contenido en la melaza en alcohol dentro del proceso de fermentación (44). La *Saccharomyces cerevisiae* es la levadura más conocida y de importancia industrial ya que es la especie de levadura utilizada por excelencia para la obtención de etanol a nivel industrial debido a que es un organismo de fácil manipulación y de recuperación, no es exigente en cuanto a su cultivo, no presenta alto costo, tolera altas concentraciones de etanol, en la fermentación produce bajas concentraciones de subproductos, es osmotolerante, capaz de utilizar altas concentraciones de azúcares, presenta alta viabilidad celular para el reciclaje y características de floculación y sedimentación para el procesamiento posterior (45).

2.2.6.2. Melaza.

Conocida también como miel final y constituye el principal subproducto en la Industria azucarera, llevándola a un proceso de fermentación con levaduras del tipo *S. cerevisiae* para obtener el alcohol etílico. La miel final o melaza es un líquido denso y viscoso de color oscuro, dulce y olor más o menos agradable que queda como residuo de la fabricación o refinación de la sacarosa procedente de la caña de azúcar. La importancia se debe casi exclusivamente a los carbohidratos, ya que carece de materia grasa y de celulosa (44).

2.2.7. Vodka.

La historia del Vodka es antigua, la primera producción documentada de vodka involucra a Rusia al final del siglo IX; pero la primera destilería conocida en Khylnovsk, es de aproximadamente doscientos años, como se informó en la Crónica de Vyatka de 1174. Actualmente esta bebida es producida por alrededor de 55 países, siete pertenecientes al continente americano, además es importada por diversas compañías y países, llegando a ser la de mayor consumo en el mundo (46).

El agua constituye generalmente el 60 % de la bebida y por consiguiente repercute de forma notable en su calidad y en su aspecto sensorial: su sabor, transparencia y presencia de precipitados y sedimentos. Esto es debido a la presencia de iones metálicos, tales como: calcio, hierro y magnesio que con las sustancias coloidales y taninos de los rones añejados forman flóculos, los cuales son extremadamente difíciles de eliminar por filtración (47). Para purificar el agua se pueden utilizar diferentes tecnologías: destilación, ablandamiento o suavización. Esta última elimina solamente los cationes (Ca, Mg, Fe, etc.). En la floculación se utilizan hidróxidos de Al o Fe en un medio básico para arrastrar la mayoría de los cationes, éste siempre se acopla a otro tratamiento. La desmineralización elimina cationes y aniones, si el tratamiento es correcto su pH debe ser 7 (48).

Para el proceso de elaboración del Vodka primero se muelen los granos convirtiéndolos en harina se añade el agua y se hace la mezcla bajo presión, en este paso el almidón contenido en los granos se transforma en un gel y luego en azúcar, que bajo el efecto de la levadura se transforma en alcohol al fermentarse, la fermentación dura 40 horas y

produce una bebida fuerte de aproximadamente 90% que es destilada (18). Las tecnologías de producción de Vodka, que se utilizan en la actualidad para comercializar las diversas marcas que existen, siguen los procesos descritos a continuación (47):

- Sistema fermentativo, que dependerá de la materia prima. Si se parte de granos, debe realizarse una transformación de los almidones a azúcares mediante el uso de enzimas, calor, presión y posteriormente la fermentación alcohólica.
- En el caso de utilizar mieles se realiza solamente la fermentación alcohólica.
- Destilación, utilizando columnas de destilación, rectificación, hidroselectoras y desmetilizadoras.
- Dilución del alcohol.
- Proceso de purificación de la mezcla hidroalcohólica utilizando carbón activado y corriente de oxígeno enriquecido en ozono con filtración posterior.

2.2.7.1. Tipos de vodka.

Generalmente se puede detallar los siguientes tipos de vodka (6):

El estilo occidental: Los productores de Vodka de la Europa Occidental, Escandinavia y Norteamérica juzgan sus productos por purezas y limpieza. El vodka que más aprecian debe tener un olor totalmente neutral y un gusto a alcohol totalmente limpio. Si se combinan estas cualidades con la suavidad, se obtiene el vodka que se elabora actualmente en Occidente.

El estilo polaco: Los destiladores polacos también se enorgullecen de la pureza de su producto y, comparado con otros aguardientes como la ginebra, el whisky o el brandy, tienen razón. Los vodkas polacos tienen más sabor y mucho más aroma que los occidentales. Los mejores vodkas tienen un aroma maravillosamente delicado y ligeramente dulce que delata que proviene del centeno y son suaves al paladar, con una dulzura duradera que no resulta empalagosa. También son ligeramente más aceitosos que las marcas occidentales, aunque no tanto como las rusas.

El vodka ruso: Los vodkas rusos también tienen carácter, pero no suelen ser tan dulces como los polacos. Según la costumbre rusa se bebe helado y no es ningún esnobismo dejar helar la botella de vodka junto con los vasos: solo así se manifiesta todo el fuego de la bebida al tomarla.

2.2.7.2. *Proceso de destilación.*

Consiste en calentar un líquido alcohólico hasta que empiecen a evaporarse sus componentes más volátiles, para posteriormente refrigerarlos y que se vuelvan a condensar. De esta manera forma se eleva el grado alcohólico del líquido y se eliminan gran número de impurezas y sabores desagradables, esto es posible a la diferencia en el punto de ebullición del agua a 100 °C y el alcohol 78,5 °C, el alcohol se empieza a evaporar antes que el agua. Al enfriar los vapores y condensarlos el líquido resultante tendrá un mayor porcentaje de su volumen en alcohol que tenía antes de la destilación (9).

El líquido antes de destilar se le denomina destilando; el líquido remanente, es decir, el sobrante después de ser destilado se denomina residuo y el líquido se recoge se llama destilado. Casi todos los líquidos tienden a sobrecalentarse (aumento de la temperatura por encima de su punto de ebullición), esta es una condición interrumpida periódicamente por una ebullición violenta y repentina. Cuando esto ocurre, el vapor también suele estar sobrecalentado y el punto de ebullición observado puede ser más alto, esto puede evitarse adicionando dos o tres esferas de destilación o pedacitos de porcelana al líquido antes de destilar (49).

2.2.7.3. *Requisitos.*

De acuerdo a la NTE INEN 369 los requisitos que debe presentar el Vodka son (50):

- 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 3 se detallan los requisitos físico-químicos del Vodka.

Tabla 3. *Requisitos físico-químicos del Vodka*

Requisitos	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Alcohol, fracción volumétrica	%	36		INEN 340
Metanol	mg/100cm ³ * anhídrido	-	10	INEN 2014
Furfural	mg/100cm ³ *	-	0	INEN 2014
Alcoholes superiores**	mg/100cm ³ *	-	0.5	INEN 2014

Fuente: (50)

Elaborado por: INEN (2015)

2.2. Marco conceptual.

Alcoholes.

Los alcoholes son el grupo de compuestos químicos que resultan de la sustitución de uno o varios átomos de hidrógeno (H) por grupos hidroxilo (-OH) en los hidrocarburos saturados o no saturados (9).

Almidón.

El almidón es la sustancia con la que las plantas almacenan su alimento en raíces (yuca), tubérculos (patata), frutas y semillas (cereales). Pero, no sólo es una importante reserva para las plantas, también para los seres humanos tiene una alta importancia energética, proporciona gran parte de la energía que consumimos los humanos por vía de los alimentos (20).

Camote.

El camote es una raíz tuberosa, también denominada batata, boniato o moniato en los países de habla castellana, se designa en otros idiomas occidentales como: batata doce en portugués, *patata douce* en francés, *patata dolce* en italiano, *batate* en alemán, *sweet potato* en inglés (17).

Fermentación.

La fermentación es un proceso metabólico que utilizan algunos organismos para obtener energía y nutrientes a partir de ciertos compuestos orgánicos. Una característica importante de la fermentación es que es una reacción anaeróbica, lo que quiere decir que ocurre en ausencia de oxígeno (19).

Vodka.

Vodka es una bebida destilada que tiene una posición destacada entre las bebidas alcohólicas más populares del mundo; se produce generalmente a través de la fermentación de granos y otras plantas ricas en almidón como lo son el centeno, el trigo, la remolacha o la patata, siendo sus ingredientes principales al agua y el etanol (18).

2.3. Marco referencial.

Benavidez y Pozo (2008) (6), en la investigación sobre “Elaboración de una bebida alcohólica destilada (vodka) a partir de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando dos tipos de enzimas”; tuvo la finalidad de “Elaborar de una bebida alcohólica destilada (Vodka) a partir de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando dos tipos de enzimas”. La fase de fermentación se llevo a cabo en la Parroquia el Sagrario, la destilación y análisis físico-químicos se realizaron en la Industria Licorera y Embotelladora del Norte SA , ILENSA, en la Ciudad de Ibarra. Se estudiaron como factores: Factor A: Variedades de papa (super chola, capiro, gabriela) Factor B: Tipos de enzima (Termamyl 120 Type L y Fungamyl 800 L) Se evaluó mediante las variables

cualitativas: prueba de yodo y pruebas organolépticas y variables cuantitativas: rendimiento de almidón, porcentaje de sólidos disueltos, pH, grado alcohólico, acidez total, esteres, aldehídos, alcoholes superiores, metanol, rendimiento de vodka.

Miranda (2017) (9) en su trabajo titulado “Evaluación de una bebida alcohólica destilada a partir de dos variedades de camote (*Ipomoea batata* L.) utilizando dos tipos de enzimas”, investigó y desarrollo la tecnología de elaboración de la bebida alcohólica destilada, que cumpla los requisitos del vodka y pisco establecidas por las normas INEN, mediante la aplicación de diferentes variedades de camote, y enzimas, se ejecutó un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial AxB que constó de 4 tratamientos y 3 réplicas lo que corresponde a 12 tratamientos. Los factores de estudio fueron: Factor A (variedades de camote), factor B (tipos de enzimas). Para determinar las diferencias entre los niveles se aplicaron pruebas de significación Tukey ($p < 0,05$), mediante el programa estadístico StatGraphics e Infostat. Se determinaron análisis físicos-químicos, y rendimiento dentro de los más importantes se obtuvieron: la acidez con un valor de 0,0056 g/mL en C. pulpa morada y 0,0054 g/mL en C. pulpa blanca, grados alcohólicos una cantidad de 42,33 °GL en C. pulpa morada, 44,00 °GL en C. pulpa blanca y densidad con un valor de 0,95 g/cm³ en C. pulpa morada, 0,94 g/cm³ en C. pulpa blanca, mientras en pH, sólidos solubles, y rendimiento no presentaron diferencia significativa, con lo referente a las enzimas en los sólidos solubles se obtuvo 12,25 en E. Superbakemix y Freshmix con 14,58, con respecto al pH, acidez, grados alcohólicos, densidad y rendimiento no presentaron diferencia significativa.

Cuevas y Pazos (2015) (21) en la investigación sobre “Obtención de alcohol a partir de camote de pulpa anaranjado (*Ipomoea batata* L.)” tuvo como objetivo principal la utilización de camote para la obtención de alcohol, el proceso fue dividido en dos etapas: hidrólisis y fermentación. En la primera etapa se evaluó la hidrólisis del almidón empleando la enzima comercial Termamyl 120L, Type L at 1.5%, ésta fue optimizada empleando diferentes temperaturas de calentamiento (70, 80, 90 y 100 °C) por un tiempo de 2h y diferentes concentraciones en relación pulpa de camote-agua (1 :0.5, 1 :1, 1 :2, 1 :4 y 1 :8) por un tiempo de 3h, dicho proceso se monitoreó a través de la producción de azúcares reductores. El grado de hidrólisis óptimo se alcanzó a temperatura y concentración que fueron 100 °C y 1 :0.5 (pulpa de camote: agua) respectivamente. La pasta hidrolizada se sometió a fermentación alcohólica de 5 días con agitación de 1 min cada 12 horas, adicionando metabisulfito de potasio como bactericida (0.1 g/L), como

nutriente el fosfato de amonio monobásico (0.4 g/L) y se inoculó con *Saccharomyces cerevisiae* variedad bayanus, se optimizó el proceso evaluando el efecto de la dilución de la pasta hidrolizada en diferentes concentraciones 1 :0.5, 1 :1, 1 :2 y 1 :4 (relación de pasta hidrolizada: agua) monitoreándose por la cantidad de grados brix, asimismo se evaluó la concentración de *Saccharomyces cerevisiae* var. payanus (0.4, 0.7, 0.9 y 1.2 g/L) siendo monitoreada por la cantidad de grados brix y por la producción de grados alcohólicos. Obteniéndose los mejores resultados con la dilución 1 :0.5, en la concentración *S. cerevisiae* var. Bayanus de 1.2 g/L en la cual mediante doble destilación simple del mosto se obtuvo un alcohol destilado de 4° y 16° GL respectivamente. Por lo cual, se logró demostrar que la batata o camote tiene el potencial para ser utilizada como materia prima en la obtención de alcohol.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, Recinto San Felipe, Mocache-Los Ríos, entre las coordenadas geográficas de 01°06´ latitud Sur y 79°29´ longitud Oeste a una altitud de 480 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 24°C y una humedad relativa del 84% según datos del Departamento Agrometeorológico del INIAP (51).

Las muestras de camote se obtuvieron de la finca “Don Lenin” situada en el cantón Mocache, mientras que los análisis se realizaron en el Laboratorio de Bromatología.

3.2. Tipos de investigación.

3.2.1. Investigación exploratoria.

Se buscó información básica sobre el tema de investigación para determinar los tratamientos (variables independientes) y observar los efectos que se producen (variables dependientes) con el propósito de recalcar los aspectos principales de la problemática de investigación.

3.2.2. Investigación descriptiva.

Se refiere al diseño de la investigación utilizando métodos de análisis aplicado al objeto en estudio describiendo paso a paso el proceso hasta obtener los resultados, los mismos que se ordenaran, agruparán y sintetizaran.

3.2.3. Investigación experimental.

Experimentalmente se manipularon las variables planteadas bajo condiciones científicamente aceptables que permitirán establecer las formulaciones entre camote y papa, para la determinación del mejor tratamiento.

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Método inductivo – deductivo.

Este método fue empleado para buscar la solución en base al problema analizado, permitiendo identificar tecnología adecuada para la obtención de la bebida alcohólica tipo vodka.

3.3.2. Método experimental.

Se observaron, manipularon y registraron las variables (dependiente e independiente) que afectaron el objeto de estudio.

3.3.3. Método estadístico.

Con la ayuda del software INFOSTAT Versión 11.1.1 se cuantificaron y tabularon los datos que se obtendrán mediante los análisis físico-químicos, sensoriales y contenido de metanol realizados a la bebida alcohólica tipo vodka.

3.4. Fuentes de recopilación de la investigación.

Para el presente trabajo se utilizaron las siguientes fuentes: como fuente primaria la información obtenida a través de la recolección de datos provenientes del trabajo de campo; mientras que las fuentes secundarias fueron libros, fuentes de internet, revistas científicas, tesis e informes.

3.5. Diseño de la investigación.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de AxB (2x3), para un total de 6 tratamientos con 4 repeticiones obteniendo así 24 unidades experimentales. El factor A es la relación *Camote: almidón de papa*, mientras que 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 Andeva.

En la tabla 4 se detalla el esquema del Andeva a utilizar en la presente investigación.

Tabla 4. *Esquema del Andeva de la investigación*

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

Elaborado por: Sánchez-Aguilera, 2020

3.5.2. Factores de estudio.

Los factores de estudio y niveles de la presente investigación se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Factores de estudio a aplicar

Factores	Niveles
A) Relación camote: almidón de papa (%)	a1 = 80: 20
	a2 = 70: 30
	b1 = 15: 85
B) Dilución mezcla: agua (%)	b2 = 20: 80
	b3 = 25: 75

Elaborado por: Sánchez-Aguilera, 2020

3.5.3. Esquema del experimento.

En la tabla 6 se detalla el esquema del experimento que se utilizará.

Tabla 6. Esquema del experimento del Andeva

Tratamiento	Código	Repeticiones
T1	a1b1	4
T2	a1b2	4
T3	a1b3	4
T4	a2b1	4
T5	a2b2	4
T6	a2b3	4

Elaborado por: Sánchez, 2020

Los tratamientos para la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote se describen a continuación:

T1 = 80% camote y 20% almidón de papa; 15% mezcla y 85% agua.

T2 = 80% camote y 20% almidón de papa; 20% mezcla y 80% agua.

T3 = 80% camote y 20% almidón de papa; 25% mezcla y 75% agua.

T4 = 75% camote y 25% almidón de papa; 15% mezcla y 85% agua.

T5 = 75% camote y 25% almidón de papa; 20% mezcla y 80% agua.

T6 = 75% camote y 25% almidón de papa; 25% mezcla y 75% agua.

3.5.4. Modelo matemático.

Para las fuentes de variación en esta investigación se aplicó el siguiente modelo matemático.

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

Dónde:

- Y_{ijk} = total de las observaciones en estudio
- μ = efecto de la media general
- α_i = camote: papa
- b_i = dilución mezcla: agua
- $\alpha\beta_{ij}$ = interacción axb
- E_{ijk} = error experimental

3.6 Instrumentos de la investigación.

Las variables independientes estudiadas fueron: relación camote: almidón de papa, y dilución mezcla: agua; mientras que las variables dependientes observadas fueron los distintos análisis a realizar.

3.6.1. Análisis físico-químicos.

3.6.1.1. Grados Brix.

El principio de esta medición se basa en el paso de luz a través de una concentración de solutos en el instrumento a 20°C, ya que el índice de refracción se correlaciona con la

cantidad de sólidos solubles de la muestra (52). La determinación se realizó mediante un refractómetro POCKET PAL-3 de 0° - 30° Brix por medio del método oficial de la Norma INEN-ISO 2173 (2013). Para la determinación del producto que se elaboró, se colocó una gota sobre el cristal y se leyó el resultado en porcentaje.

3.6.1.2. pH.

Este análisis sirve para determinar la concentración del ion hidrógeno (pH) en los alimentos (53). Se midió el pH de acuerdo a la norma del laboratorio de Química y Bioquímica utilizando un potenciómetro digital METLER escala 1-14; se tomó una muestra de cada tratamiento y se procedió a tomar lectura.

3.6.1.3. Contenido de alcohol.

Cabe recalcar que el contenido de alcohol es la relación entre el volumen del alcohol etílico o también llamado etanol contenido en una mezcla hidroalcohólica medido a una temperatura de 20°C y el volumen total de la mezcla medido a la misma temperatura, el grado alcohólico se expresa en porcentaje (54). Para la determinación del grado alcohólico se realizó por medio del método oficial de la Norma INEN 0340. El método consiste en determinar el contenido de alcohol etílico a partir de la lectura dada por un alcoholímetro calibrado a 20°C.

3.6.2. Análisis sensorial.

Para la valoración sensorial se empleó una prueba afectiva de escala hedónica a un panel conformado por 25 catadores debidamente preparados a quienes se les entregó las muestras y se encargaron de identificar los siguientes aspectos:

Color:

- 1) Me desagrada mucho
- 2) Me desagrada

- 3) Ni me agrada ni me desagrada
- 4) Me agrada
- 5) Me agrada mucho

Aroma:

- 1) Me desagrada mucho
- 2) Me desagrada
- 3) Ni me agrada ni me desagrada
- 4) Me agrada
- 5) Me agrada mucho

Sabor:

- 1) Muy pobre
- 2) Ligeramente pobre
- 3) Ni pobre ni fuerte
- 4) Ligeramente fuerte
- 5) Muy fuerte

Astringencia:

- 1) Muy pobre
- 2) Ligeramente pobre
- 3) Ni pobre ni fuerte
- 4) Ligeramente fuerte
- 5) Muy fuerte

Aceptabilidad:

- 1) Me desagrada mucho
- 2) Me desagrada
- 3) Ni me agrada ni me desagrada
- 4) Me agrada
- 5) Me agrada mucho

Una vez obtenido el mejor tratamiento, se aplicó una prueba comparativa de la bebida alcohólica tipo vodka con 3 productos similares (Vodka Cartago, Vodka Ruskaya y Vodka de banano). La prueba se realizó con un panel de 20 catadores debidamente preparados, quienes se les entregó las muestras respectivas y se encargaron de comparar los siguientes aspectos:

- **Aspecto:** Turbidez y tonalidad
- **Aroma:** Dulce, alcohol y otro
- **Sabor:** dulce, alcohol y otro
- Astringencia
- Ardor

3.6.3. Contenido de metanol.

De acuerdo a la Norma INEN 0347 (2015), la prueba se basa en la oxidación de metanol en metanol (formaldehído) por acción del permanganato de potasio en presencia de ácido fosfórico, el metanol reacciona en un medio ácido dado por el ácido cromotrópico formando un compuesto púrpura el mismo que será observado en el espectrofotómetro a 575nm (55). El análisis se lo realizó en el laboratorio MULTIANALITYCA S.A., en la ciudad de Quito.

3.6.4. Rendimiento de vodka.

Para el desarrollo de esta variable se tomó únicamente el cuerpo del destilado, esta variable estuvo dada por la cantidad de producto que obtuvimos al finalizar el proceso de destilación. Se tomó en cuenta el volumen de destilado que se realizó y luego diluido hasta obtener una concentración de 40°GL. Se aplicó la siguiente fórmula:

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

3.7. Procedimiento experimental.

3.7.1. Descripción del proceso.

Hidrólisis del almidón

Recepción: Para la hidrólisis del almidón de papa se obtuvo de la ciudad de Guaranda, provincia de Bolívar.

Pesado: Con ayuda de la gramera OHAUS NAVIGATOR MVT, se procede a pesar 1Kg de almidón lo cual representa el 30% establecido en el mejor tratamiento. La cantidad de agua total utilizada fue de 20 litros en todo el proceso, representando el 75% de ese tratamiento.

Dilución: Para la dilución del almidón se realizó en relación 1:4 correspondiente a 1 parte de almidón de papa por cada 4 litros de agua, esto se realiza para evitar la formación de grumos en el proceso de hidrólisis. Para este proceso se tomaron 4 litros de la cantidad total anteriormente indicada.

Gelatinización: Se agregó ácido cítrico en cantidad de 0.5%

Hidrólisis: Se llevó a cocción en cocina industrial a temperaturas de: 45°C durante 90 minutos, 55°C durante 30 minutos (se adiciona 0.5% de ácido cítrico por cada litro del caldo), 60°C a 30 y finalmente a 65°C durante 30 minutos. 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 con el refractómetro AICHOSE - ATC (0-32°). Finalmente se dejó en reposo hasta el proceso de mezcla

Obtención del jugo de camote

Recepción y pelado: Se receptaron las muestras de camote directamente de la Finca Don Lenin, situada en el cantón Mocache; con ayuda de los cuchillos se peló el camote para eliminar las cáscaras, produciendo así una merma. Se tomó el peso del camote pelado y de la merma.

Lavado y escurrido: Se colocó el camote en un recipiente plástico y se lo lavó con una dilución de 1 litro de agua potable y 100ml de desinfectante de frutas Kilol. Se dejó escurrir.

Cortado y pesado: Se cortó el camote en rodajas con ayuda de los cuchillos y se obtuvo el siguiente peso de 2.33Kg, representando el 70% del tratamiento usando la gramera OHAUS NAVIGATOR MVT.

Licuada y tamizado: Se licuó el camote en la licuadora OSTER, añadiendo el agua potable y se tamizó con ayuda del lienzo para eliminar residuos sólidos. Se registraron los pesos correspondientes.

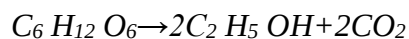
Mezcla: Se realizó la mezcla del jarabe hidrolizado del almidón de papa y el jugo de camote obtenido.

Amaligración: Se le agregó melaza de 50 grados Brix al mosto obtenido anteriormente usando la siguiente fórmula:

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

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

Fermentación: La fermentación duró hasta que los grados Brix y pH se mantuvieran constantes. Durante este proceso los azúcares se transforman en alcohol etílico y dióxido de carbono de acuerdo a la fórmula:



Tamizado: Una vez terminada la etapa de la fermentación, se realizó un tamizado para eliminar partículas o residuos sólidos. Se registró el peso final.

Destilación: Se realizó el proceso con un destilador semi-industrial en el cual se extrae el alcohol durante un tiempo de 90 minutos a 70°C. Se determinó el contenido de alcohol usando el alcoholímetro escala 0-100% Vol.

Rectificación: Se adicionó agua destilada para ajustar los grados de alcohol a 40° y obtener así el producto final, la bebida alcohólica tipo vodka. Para este proceso se aplicó el cuadrado de Pearson.

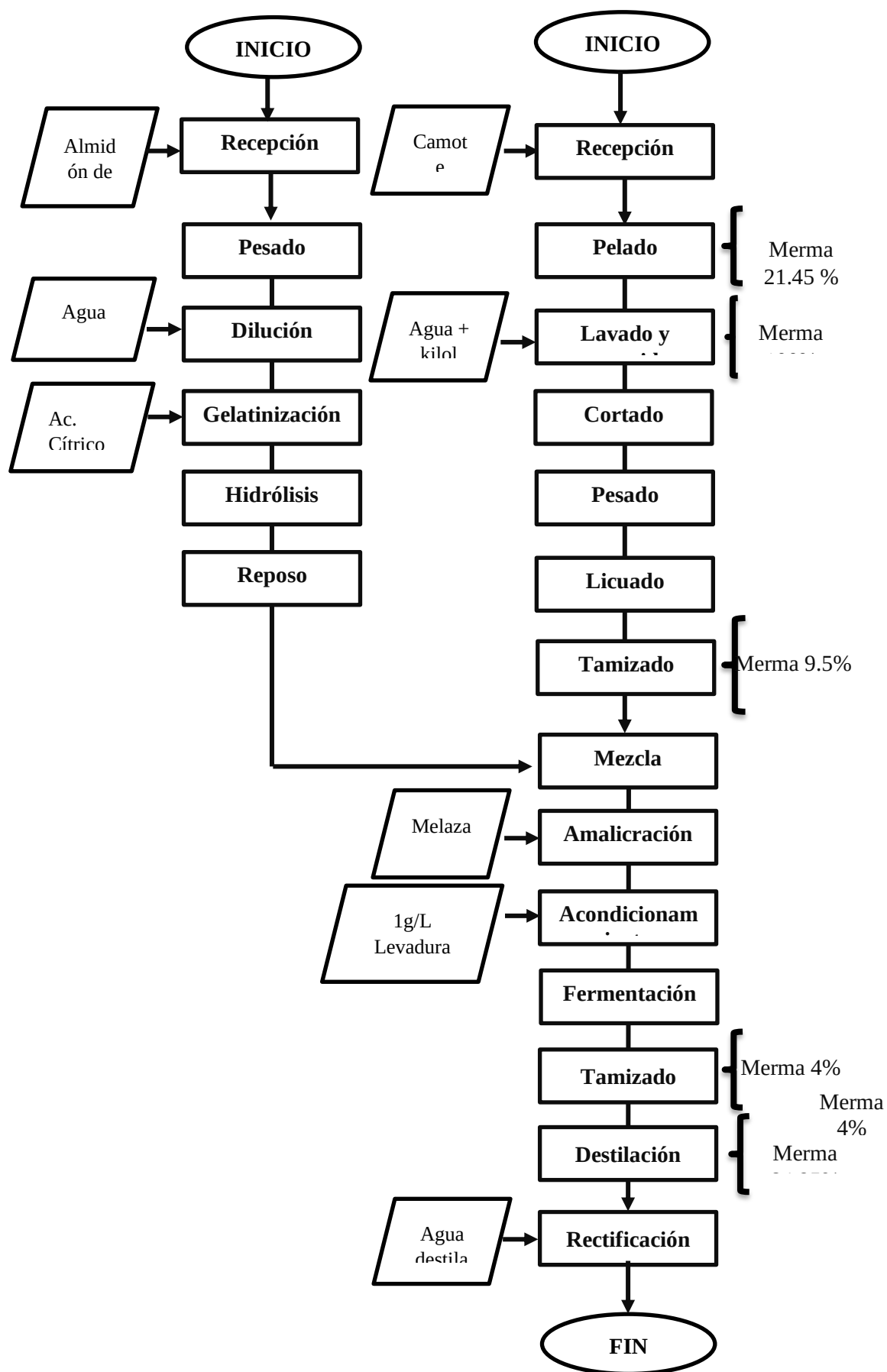


Figura 1. Diagrama de flujo para la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos humanos.

- Directora de Unidad de Integración Curricular: Ing. Carol Coello Llor M. Sc.
- Co-Director de Unidad de Integración Curricular: Ing. Ángel Fernández Escobar. M. Sc.
- Autora de Unidad de Integración Curricular: Damaris Dalia Sánchez Aguilera.
- Coordinadora de Taller de cárnicos y Planta de Lácteos: Ing. Tanya Leonez Cevallos.
- Coordinadora de Laboratorio de Bromatología - FCP - UTEQ: Ing. Lourdes Ramos Mackliff.

3.8.2. Materia prima e insumos.

- Camote morado
- Almidón de papa
- Ácido cítrico
- Urea
- Agua potable
- Agua destilada
- Levadura *Saccharomyces cerevisiae*
- Melaza (50 grados Brix)

3.8.3. Materiales.

- Tanque de gas
- Recipientes de plástico
- Alcohómetro escala 0-100% Vol.
- Matraces
- Bureta
- Vasos de precipitación de 200ml
- Fenolftaleína
- Hidróxido de Sodio NaOH 0.1Normal

- Ollas de acero inoxidable
- Bidones
- Lienzo (Tamiz)
- Cuchillos TRAMONTINA
- Licuadora OSTER
- Termómetro TP-101 escala de -50 a 300°C

3.8.4. Equipos.

- Cocina industrial
- Refractómetro AICHOSE - ATC (0-32°)
- Balanza electrónica de precisión FH-100 (0.1mg)
- Gramera digital OHAUS NAVIGATOR MVT
- pH-metro digital tipo pluma SEMOIC-009
- Destilador semi industrial
- Biorreactor para fermentación

CAPÍTULO IV.
RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados de análisis físico-químicos.

4.1.1. Etapa de hidrólisis.

En la etapa de hidrólisis realizada a temperaturas de 55, 60 y 65°C permitió conocer el pH de los tratamientos al llegar a la temperatura de 65°C, donde de acuerdo a los datos obtenidos (Anexo A) se puede observar que en el T1 (80:20; 15: 85) el valor de pH fue más alto con 2.81, mientras que en el T5 (70: 30; 20: 80) el valor fue más bajo con 2.61 (figura 2).

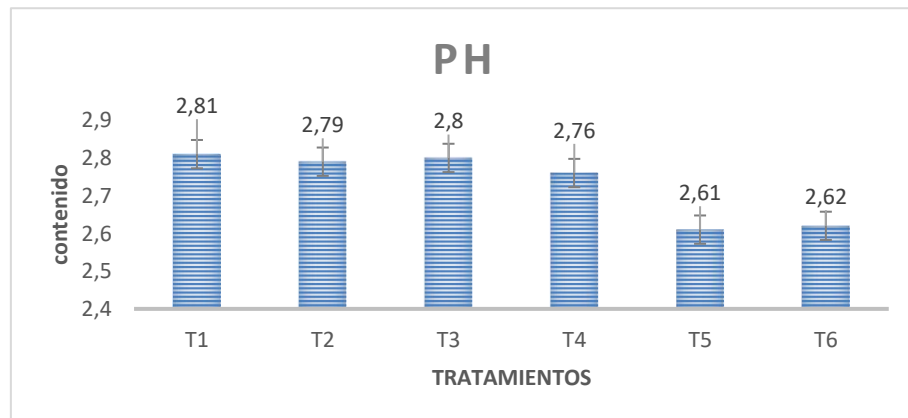


Figura 2. Valores de pH en la etapa de hidrólisis de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

En cuanto a los grados Brix, de acuerdo con los datos obtenidos (Anexo A) se puede observar que en el T6 (70:30; 25: 75) el valor de grados Brix fue más alto con 7 mientras que en el T2 (80: 20; 20: 80) el valor fue más bajo con 5.5 (figura 3).

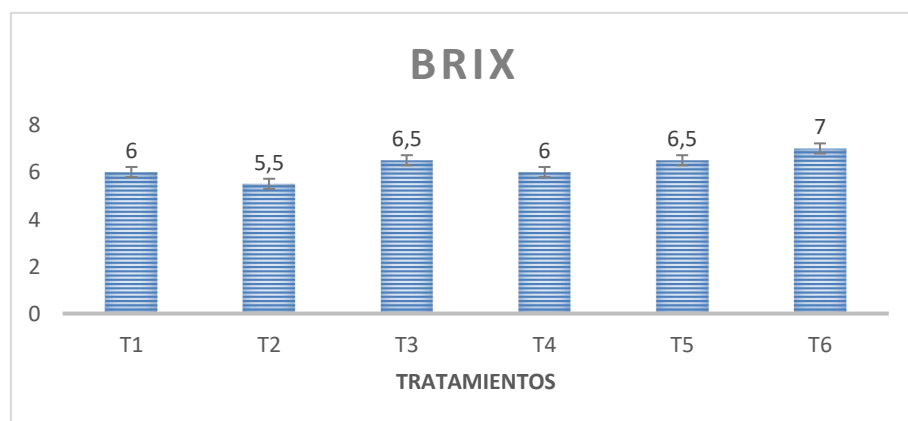


Figura 3. Valores de grados Brix en la etapa de hidrólisis de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

4.1.2. Etapa de fermentación-destilación.

En la etapa de fermentación se ajustaron los tratamientos a 21 grados Brix, y con el transcurso de los días se obtuvieron los valores promedios de los análisis de grados Brix pH y contenido de alcohol (destilación) realizados a la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote (tabla 7).

Tabla 7. Valores promedios de grados Brix, pH y contenido de alcohol de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.

Factor	Grados Brix	pH	Contenido de alcohol (%)
A			
a1	9.92 _a	4.47 _a	84.42 _a
a2	9.58 _a	4.54 _b	83.33 _a
B			
b1	9.75 _a	4.45 _a	83.75 _a
b2	10.06 _a	4.50 _a	84.75 _a
b3	9.44 _a	4.56 _b	83.13 _a
A*B			
a1b1	10.13 _a	4.39 _a	84.5 _a
a1b2	10.25 _a	4.49 _b	86.0 _a
a1b3	9.38 _a	4.53 _{bc}	82.75 _a
a2b1	9.38 _a	4.50 _{bc}	83.0 _a
a2b2	9.88 _a	4.51 _{bc}	83.5 _a
a2b3	9.50 _a	4.60 _c	83.5 _a
CV (%)	8.37	0.95	5.46

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Sánchez-Aguilera, 2020

4.1.2.1. Grados Brix.

Según se puede observar en la tabla 7, en la variable grados Brix no existe diferencia significativa en el factor A (Relación camote: papa) ni en el factor B (Dilución mezcla: agua). De acuerdo con la prueba de Tukey ($p > 0.05$), el valor más alto de grados Brix en

la interacción AxB con un coeficiente de variación (CV) de 8.37, lo presento el T2 (80:20; 20: 80) con 10.25; mientras que el más bajo fueron el T3 (80: 20; 25: 75) y T4 (70: 30; 15: 85) con 9.38 (figura 4). Los resultados obtenidos son superiores a los citados por Blanco et al, (56) quienes registraron valores de 5 a 5.8; mientras que Miranda-Cruz (9) obtuvo valores superiores de 12.25-14.58 grados Brix.



Figura 4. Medias de grados Brix de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

Como se pudo conocer, la variación de grados Brix fue mayor en el T3 (80: 20; 25: 75) y T4 (70: 30; 15: 85) al final del tiempo de fermentación (figura 5). Cabe destacar que un rango de grados Brix comprendido entre 10 a 22 es satisfactoria, aunque a veces se emplean concentraciones demasiado altas que actúan de forma adversa sobre las levaduras pues el alcohol producido puede inhibir su acción. No se puede pensar en fermentar un mosto con una concentración muy elevada de azúcares (6).

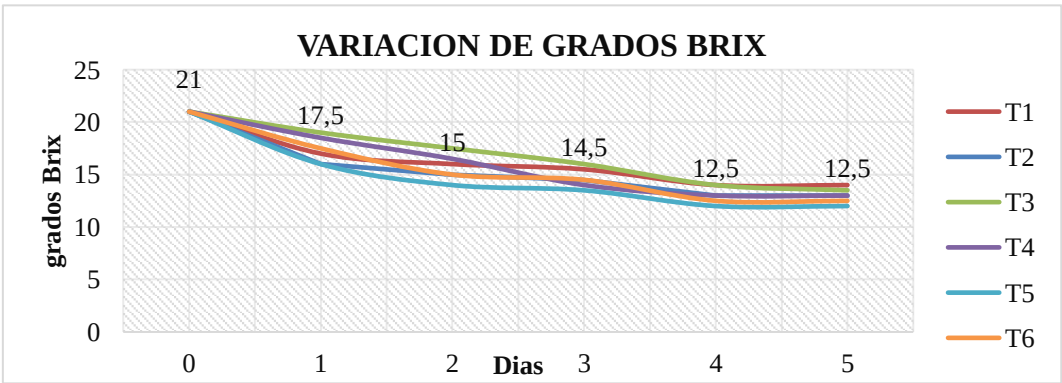


Figura 5. Variación de grados Brix en función al tiempo en la fermentación de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

4.1.2.2. pH.

Según se puede observar en la tabla 7, en la variable pH no existió diferencia significativa en el factor A (Relación camote: papa), factor B (Dilución mezcla: agua). De acuerdo con la prueba de Tukey ($p > 0.05$), el valor más alto en la interacción AxB con un C.V. de 0.95%, fue el T6 (70: 30; 25: 75) con 4.6; mientras que el más bajo fueron el T1 (80: 20; 15: 85) y T2 (80: 20; 20: 80) con 4.39 (figura 6). Zambrano (57) presento valores de pH de 4.05-4.38, siendo inferiores a los obtenidos en la presente investigación. Miranda-Cruz (9) registro valores similares de 4.31-4.55.

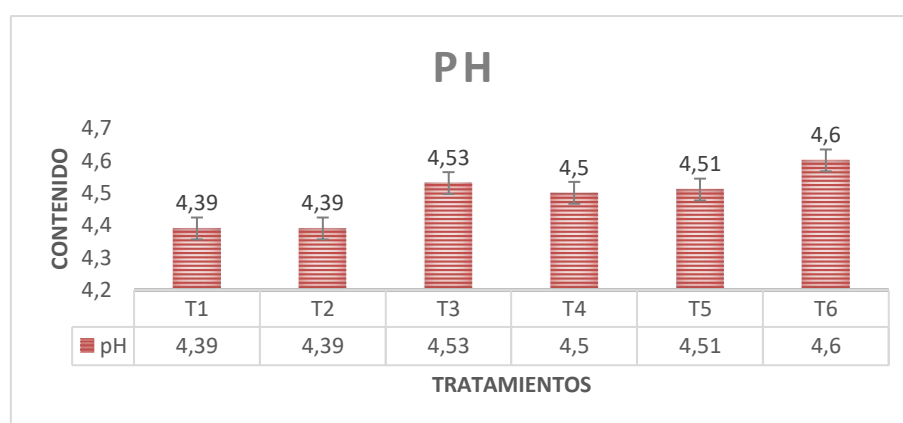


Figura 6. Medias de pH de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

Como se pudo observar, la variación de pH fue mayor en el T6 (70: 30; 25: 75) durante el tiempo de fermentación (figura 7). La fermentación es satisfactoria cuando el pH del mosto ha sido ajustado entre 4 y 4,5. Este pH favorece a las levaduras y es lo suficientemente bajo para inhibir el desarrollo de muchos tipos de bacterias (58).

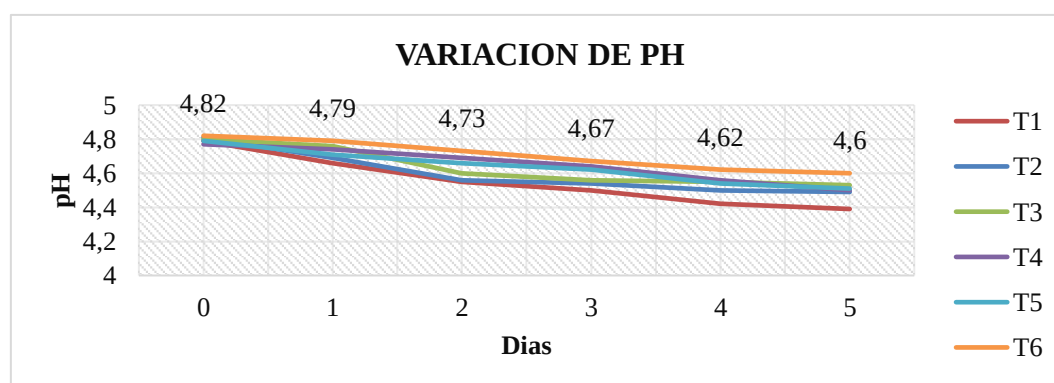


Figura 7. Variación de pH en función al tiempo en la fermentación de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

4.1.2.3. Contenido de alcohol en la destilación.

Según se observa en la tabla 7, la variable contenido de alcohol no presento diferencia significativa en el factor A (Relación camote: papa) ni en el factor B (Dilución mezcla: agua). De acuerdo con la prueba de Tukey ($p > 0.05$), el valor más alto de grados Brix en la interacción AxB con un C.V. de 5.46%, lo presento el T2 (80:20; 20: 80) con 86%; mientras que el más bajo fueron el T3 (80: 20; 25: 75) con 82.75% (figura 8).

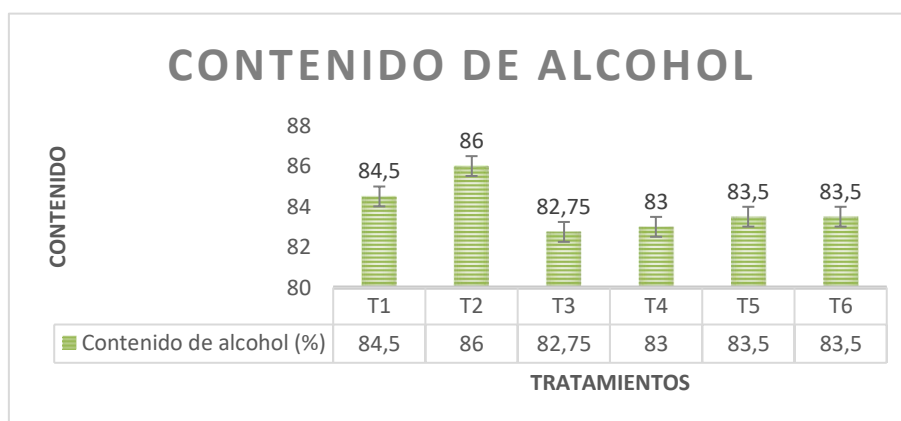


Figura 8. Medias de contenido de alcohol de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

Vásquez et al (59), obtuvo valores comparables de 77-84%, mientras que 81.87-85.28% grados alcohólicos, siendo similares a los registrados en esta investigación.

En esta etapa de fermentación, la acción de la zymasa segregada por la levadura convierte los azúcares simples, como la glucosa y la fructosa, en alcohol etílico y dióxido de carbono. Hay otros muchos tipos de fermentación que se producen de forma natural, como la formación de ácido butanólico cuando la mantequilla se vuelve rancia, y de ácido acético (48).

4.2. Resultados de análisis sensorial.

En la tabla 8 se detallan los resultados del análisis sensorial realizado a la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote, donde se observa que en las variables de color, aroma, sabor y astringencia no existieron diferencias significativas, mientras que en la variable de aceptabilidad si presento diferencia significativa.

Tabla 8. Valores promedios de color, aroma, sabor, astringencia y aceptabilidad de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.

Tratamiento	Color	Aroma	Sabor	Astringencia	Aceptabilidad
a1b1	3.60 _a	3.65 _a	4.30 _a	3.85 _a	3.50 _{bc}
a1b2	3.55 _a	3.75 _a	4.10 _a	3.40 _a	3.45 _c
a1b3	3.85 _a	3.75 _a	4.20 _a	3.90 _a	4.10 _{abc}
a2b1	4.00 _a	3.85 _a	4.05 _a	4.10 _a	4.30 _{ab}
a2b2	3.42 _a	3.53 _a	3.84 _a	3.84 _a	4.00 _{abc}
a2b3	4.20 _a	4.05 _a	3.85 _a	4.10 _a	4.50 _a
CV (%)	26.87	25.02	23.32	31.66	22.32

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Sánchez-Aguilera, 2020

4.2.1. Color.

En la variable color de acuerdo con la prueba de Tukey ($p > 0.05$), el tratamiento que registro mayor valor fue el T6 (70: 30; 25: 75) con 4.20, correspondiente a una valoración de “ME AGRADA” de acuerdo con el análisis realizado (figura 9).

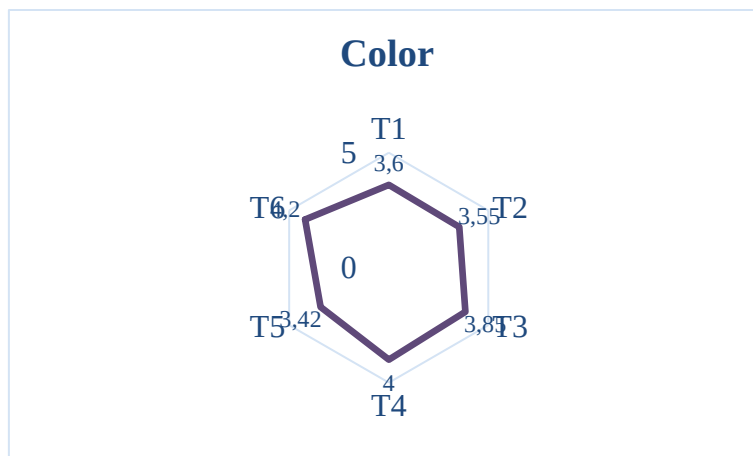


Figura 9. Variable color de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

4.2.2. Aroma.

En la variable aroma de acuerdo con la prueba de Tukey ($p > 0.05$), el tratamiento que registro mayor valor fue el T6 (70: 30; 25: 75) con 4.05, correspondiente a una valoración de “ME AGRADA” de acuerdo con el análisis realizado (figura 10).

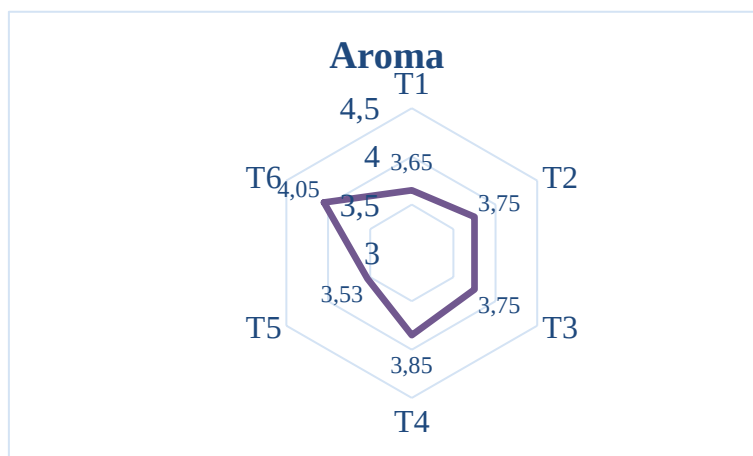


Figura 10. Variable aroma de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

4.2.3. Sabor.

En la variable aroma de acuerdo con la prueba de Tukey ($p > 0.05$), el tratamiento que registro mayor valor fue el T1 (80: 20; 15: 85) con 4.30, correspondiente a una valoración de “LIGERAMENTE FUERTE” de acuerdo con el análisis realizado (figura 11).

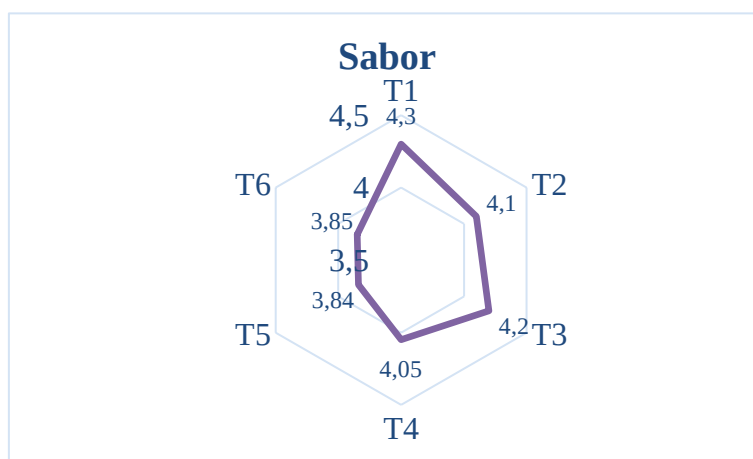


Figura 11. Variable sabor de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

4.2.4. Astringencia.

En la variable astringencia de acuerdo con la prueba de Tukey ($p > 0.05$), el tratamiento que registro mayor valor fueron el T4 (70: 30; 15: 85) y el T6 (70: 30; 25: 75) con 4.10, correspondiente a una valoración de “ME AGRADA” de acuerdo con el análisis realizado (figura 12).

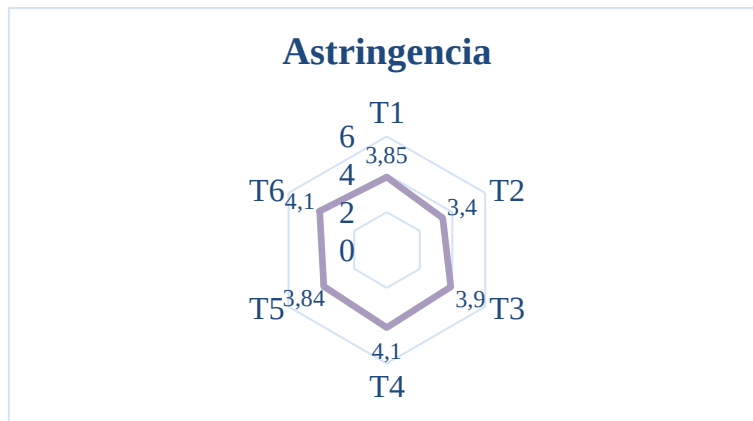


Figura 12. Variable astringencia de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.

4.2.5. Aceptabilidad.

En la variable aceptabilidad de acuerdo con la prueba de Tukey ($p > 0.05$), el tratamiento que registro mayor valor fue el T6 (70: 30; 25: 75) con 4.50, correspondiente a una valoración de “ME AGRADA” de acuerdo con el análisis realizado (figura 13).

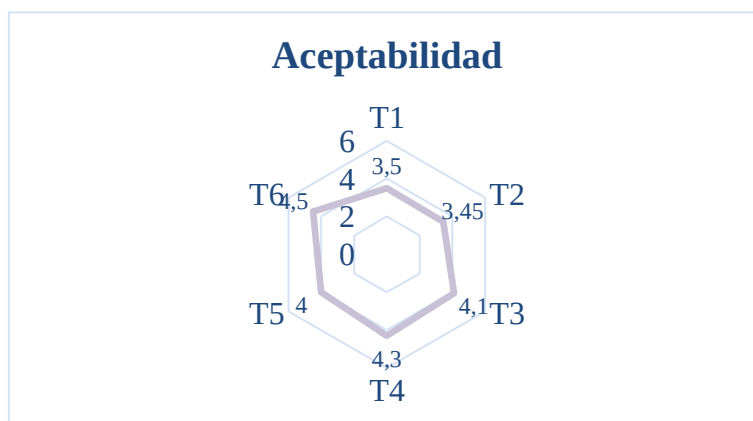


Figura 13. Variable aceptabilidad de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

4.2.6. Determinación del mejor tratamiento.

En la tabla 9 se detallan los votos de preferencia que permitieron determinar el mejor tratamiento.

Tabla 9. Resultados de análisis de preferencia.

TRATAMIENTO	VOTOS	PORCENTAJE (%)
T1	2	10.00
T2	4	20.00
T3	2	10.00
T4	4	20.00
T5	1	5.00
T6	7	35.00
TOTAL	20	100

Elaborado por: Sánchez-Aguilera, 2020

El T6 (70: 30; 25: 75) presentó los mejores atributos de color, aroma, sabor, astringencia y aceptabilidad, lo que ayudó a ser elegido como el mejor tratamiento obteniendo el 35% de preferencia con respecto a los demás tratamientos (figura 14).

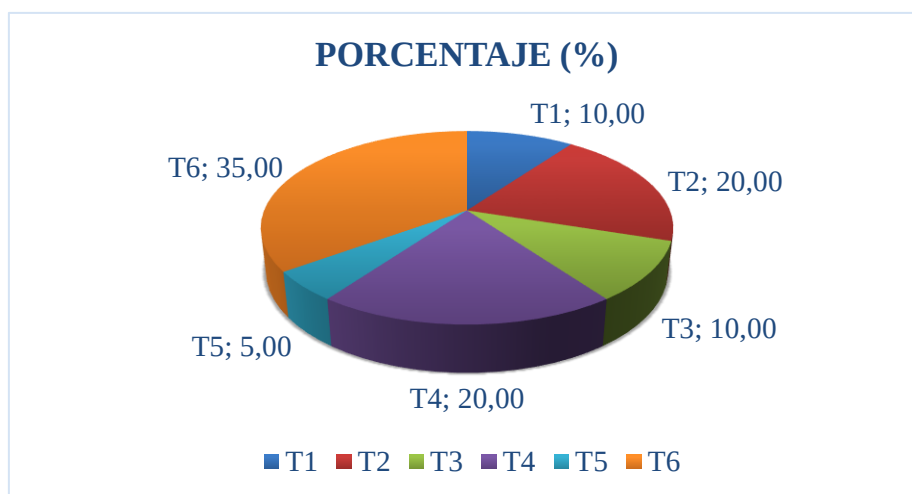


Figura 14. Análisis de preferencia de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

4.3. Resultados de análisis comparativo.

En la tabla 10 se puede observar los resultados de la comparación de atributos del mejor tratamiento T6 (70: 30; 25: 75) de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote, respecto a marcas comerciales ya conocidas.

Tabla 10. Valores promedios del análisis comparativo.

Muestra	ASPECTO		AROMA		SABOR			
	Turbidez	Tonalidad	Dulce	Alcohol	Dulce	Alcohol	Astringencia	Ardor
Camote T6	1.07	1.33	1.47	7.60	3.13	5.00	4.67	4.33
Ruskaya	0.53	2.67	2.07	6.33	3.53	4.60	4.07	4.40
Cartago	0.13	8.27	6.73	6.93	7.47	5.40	2.67	3.13
Vodka banano	2.07	1.60	2.20	5.60	5.00	3.87	4.60	5.07

Elaborado por: Sánchez-Aguilera, 2020

Según se observa en la figura 15, la muestra Camote T6 obtuvo valores de 1.07 en turbidez, 1.33 en tonalidad, 1.47 el aroma dulce, 7.60 el aroma a alcohol, 3.13 el sabor dulce, 5.0 el sabor a alcohol, 4.67 en astringencia y 4.33 en ardor; valores comparables a las otras muestras.

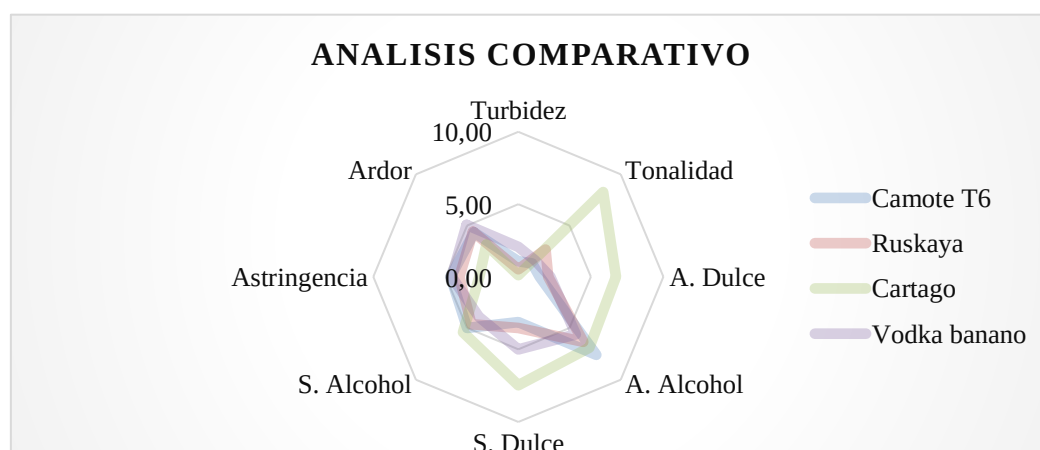


Figura 15. Análisis comparativo de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

4.4. Resultados de contenido de metanol.

El análisis de contenido de metanol realizado al mejor tratamiento, T6 (70: 30; 25: 75, dio los siguientes resultados detallados en la tabla 11:

Tabla 11. Resultados de contenido de metanol de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

Parámetro	Unidad	Resultado	NTE INEN 369
Metanol	mg/100cm ³ * anhidrido	0.69	Máximo 1.5
Gados alcohólicos	°GL	36	Mínimo 36

Elaborado por: Sánchez-Aguilera, 2020

Los resultados obtenidos están dentro de los parámetros establecidos en la NTE INEN 369 que establece un valor máximo de 1.5 mg/100cm³ (50), el contenido de metanol presente en el T6 (70: 30; 25: 75) indica que el producto es apto para el consumo.

Este análisis es de suma importancia debido a la toxicidad del compuesto, si estas bebidas presentaran altos niveles del compuesto podrían ocurrir riesgos para el consumidor como: intoxicación, afectaciones al sistema nervioso central, afectaciones oculares, afectaciones gastrointestinales o incluso la muerte. La dosis tóxica del metanol es de 10-30 mL (100 mg/Kg), aunque ingestas menores han causado ceguera. Es letal por encima de 60-240 mL (340 mg/kg) (60).

El contenido de metanol puede variar según el origen de los azúcares fermentados y la actividad biológica de las levaduras. Su presencia es la que confiere a la bebida sus características organolépticas. Entre ellos encontramos: ácido acético, acetato de etilo, acetaldehído, metanol, alcoholes isoamílicos. Algunos de estos congéneres en concentraciones elevadas pueden resultar tóxicos como es el caso del metanol. Se cree que son estos subproductos los que favorecen una mayor intensidad de la resaca. El proceso de destilación disminuye la concentración de estas sustancias en el vodka (59).

4.5. Rendimiento del vodka.

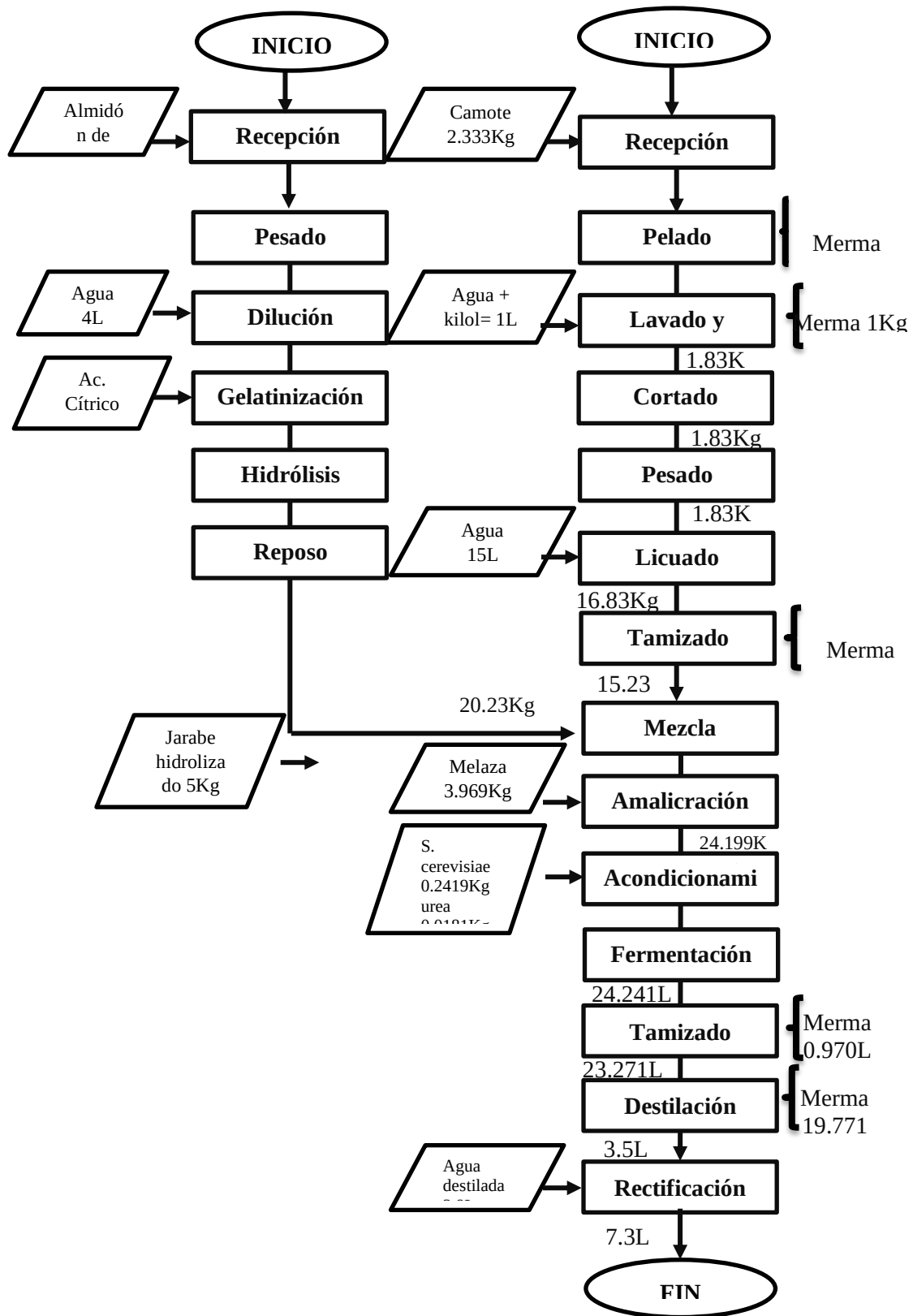


Figura 16. Balance de masa del T6 (70:30; 25: 75) de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

Hidrolisis del almidón de papa.

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

$$Hidrolisis = \frac{1Kg \text{ de almidón de papa}}{4L \text{ de agua}}$$

$$Hidrolisis = 5 Kg \text{ de jarabe hidrolizado}$$

Amaligración.

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

$$Melaza = \frac{20.23Kg * (21^{\circ}Bx - 5.5^{\circ}Bx)}{100 - 21^{\circ}Bx}$$

$$Melaza = 3.969Kg$$

Rectificación.

Bebida alcohólica 83.5% Vol. 40% Vol. → 47.90%

40% Vol.

Agua destilada 0% Vol. 43.5%Vol. → 52.10%

= 83.5% Vol.

$$Bebida \text{ alcohólica} = \frac{40\% Vol.}{83.5\% Vol.} * 100 = 47.90\%$$

$$Agua \text{ destilada} = \frac{43.5\% Vol.}{83.5\% Vol.} * 100 = 52.10\%$$

Bebida alcohólica 3.5L → 47.90%

Agua destilada XL → 52.10%

Agua destilada = 3.8L

Rendimiento.

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

$$\text{Rendimiento} = \frac{7.3L}{23.271L} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 31.37\%$$

4.6. Caracterización del producto final.

El producto final del mejor tratamiento T6 (70: 30; 25: 75), presento las características descritas en la tabla 12.

Tabla 12. Caracterización del producto final de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote

Parámetro	Unidad	Resultado	Valor de referencia	Normativa
pH	-	4.19	-	-
Acidez	%	0.00018	Máximo 1.0	NTE INEN 375
Metanol	10 mg/100cm ³	0.69	Máximo 1.5	NTE INEN 369
grados Brix	°Brix	8.7	-	-
grados alcohólicos	%Vol.	36	Mínimo 36	NTE INEN 369

Elaborado por: Sánchez-Aguilera, 2020

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- En las características físico-químicas de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote se determinó que en la etapa de hidrólisis, la variación de pH entre los tratamientos fue mínima, el valor más alto fue de T1 (80: 20; 15: 85) con 2.81 y el más bajo de T5 (70: 30; 20: 80); en grados Brix el T6 (70:30; 25: 75) el valor fue más alto con 7%, mientras que el T2 (80: 20; 20: 80) el valor fue más bajo con 5.5 %. En cuanto a la etapa de fermentación y destilación, en las variables de grados Brix y contenido de alcohol no existieron diferencias significativas, mientras que respecto al pH si existió diferencia significativa.
- El análisis sensorial de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote, se pudo conocer que en los valores de color, aroma, sabor y astringencia no existió diferencia significativa, contrario al aspecto de aceptabilidad donde si presentó diferencia significativa. El mejor tratamiento fue el T6 (70: 30; 25: 75) presentando valores de color 4.20, aroma 4.05, sabor 3.85, astringencia 4.10 y aceptabilidad 4.50; siendo elegido con el 35% de preferencia. En la parte comparativa los valores obtenidos variaron respecto a las diferentes muestras presentadas.
- El contenido de metanol presente en el mejor tratamiento T6 (70: 30; 25: 75) de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote fue de 0.69 mg/100cm³, estando dentro de lo permitido en la NTE INEN 369 que establece un valor máximo de 1.5 mg/100cm³, indicando que el producto no es perjudicial para la salud.
- En cuanto al rendimiento del mejor tratamiento T6 (70: 30; 25: 75) de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote, se determinó que entre la etapa de destilación y rectificación, se obtuvo un rendimiento del 31.37%, considerándose un valor aceptable en este tipo de bebidas.
- En la caracterización del producto final, todos los parámetros están acorde a las normativas correspondientes para este tipo de productos.

5.2. Recomendaciones.

- Es recomendable que el pH óptimo del mosto este entre 4,2 – 4,5 ya que la multiplicación de las bacterias lácticas está entre esos rangos, teniendo en cuenta que el pH de un mosto puede oscilar entre 2.8 y 3.8, cuanto más bajo sea este mayor será la dificultad para el desarrollo de estas bacterias.
- Identificar el contenido de furfural y alcoholes superiores de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote ya que estos parámetros se encuentran establecidos en la NTE INEN 369.
- Realizar un análisis económico para determinar el costo de elaboración de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.
- Aplicar en cada punto crítico buenas prácticas de manufactura para evitar la contaminación del producto si se proyecta la industrialización a mayor escala de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote, para evitar la proliferación de bacterias que pueden originar cambios en la composición y calidad del mismo, provocando un mal sabor.
- Replicar el presente estudio, pero con distintas variedades de camote para conocer cómo influye en las características físicas, químicas y sensoriales del producto final.

CAPÍTULO VI.
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía consultada.

1. Basurto F, Martínez D, Rodríguez T, Evangelista V, Mendoza M, Castro D, et al. Conocimiento actual del cultivo de Camote (*Ipomoea batata* L.). *Agro Productividad*. 2015; 3: p. 30-34.
2. Pinto-Mena M. El cultivo del camote y el clima en el Ecuador. Quito; 2012.
3. Macas P. Estudio del camote, usos, aplicaciones y propuesta gastronómica. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial; 2010.
4. Diario El Telégrafo. www.eltelegrafo.com.ec. [Online].; 2019. Available from: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/cartas/1/camote-alternativa-agroindustria>.
5. García M, Quintero R, López A. Biotecnología alimentaria México D.F.: Limusa S.A.; 2004.
6. Benavides-Arteaga I, Pozo-López MM. Elaboración de una bebida alcohólica destilada (vodka) a partir de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando dos tipos de enzimas. Ibarra: Universidad Técnica del Norte; 2008.
7. Pérez Bermúdez I. Tarea técnica para la producción de Vodka con tecnología del ICIDCA. Informe técnico. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. ; 2002.
8. Suárez K. Tiempo y temperatura del escaldado para la obtencion de la pulpa de camote (*Ipomea batata*) y elaboración de mermelada. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015.
9. Miranda-Cruz JJ. Evaluación de una bebida alcohólica destilada a partir de dos variedades de camote (*Ipomoea batatas*) utilizando dos tipos de enzimas. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2017.
10. Bovell-Benjamin AC. Sweet potato: a review of its past, present and fututre role in human nutrition. *Add Food Nutrition*. 2007;; p. 1-59.
11. Diario El Telégrafo. www.eltelegrafo.com.ec. [Online].; 2011. Available from: <https://www.eltelegrafo.com.ec/economia/item/cultivo-de-camote-se-incrementa-en-el-pais.html>.
12. Gavilanez-Saltos J. Galletas con base en concentraciones de harina de camote (*ipomoea batata* l) y maíz (*zea mays*) en el cantón pichincha. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2017.

13. Scott G, Rosegrant M, Ringler C. Raíces y tubérculos para el siglo 21: Tendencias, proyecciones y opciones de políticas. ; 2000.
14. Diario La Hora. lahora.com.ec. [Online].; 2011. Available from: <https://lahora.com.ec/noticia/1101253347/siembra-de-camote-mejora->.
15. Sacón EF, Bernal II, Dueñas AA, Cobeña G, López N. Reología de mezclas de harinas de camote y trigo para elaborar pan. Revista de Tecnología Química. 2016;; p. 457-467.
16. Diario El Comercio. de www.elcomercio.com. [Online].; 2014. Available from: www.elcomercio.com.
17. Folker F. La Batata (Camote) Estudio de la planta y su producción comercial. San José: Editorial Hemisferio del Sur; 2008.
18. Valero L. www.uvinum.es. [Online].; 2012. Available from: <https://www.uvinum.es/blog/elaboracion-vodka-1693824>.
19. Ray R, Montet D. Microorganisms and Fermentation of Traditional Foods. Primera ed.: CRC Press; 2014.
20. Gómez MA. <http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/Curiosid/Rc-58.html>. [Online].; 2003.
21. Hernández F. Antigüedades de la Nueva España: Editorial Pedro Robredo; 2006.
22. Basantes MG. Caracterización molecular de la colección nacional de camote (*Ipomoea* spp.) Del Banco Nacional de Germoplasma del INIAP mediante marcadores microsatelite. Sangolquí; 2012.
23. Huamán Z. Botánica Sistemática y Morfología de la planta de Batata o Camote. Boletín de información técnica 25. ; 1992.
24. Benavides AR. El camote: Valor nutricional y usos en la repostería. Ibarra: Universidad Técnica del Norte; 2011.
25. Manotoa M. Caracterización Física, Química y Nutricional de dos Variedades De Camote (*Ipomoea Batatas* L.) Cultivados en un mismo suelo edafoclimático del Ecuador. Tesis de Grado. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial; 2009.
26. Hathorn C, Biswas M, Gichuhi A, Bovell A. Comparison of chemical, physical, micro estructural, and microbial properties of breads suplementes with sweetpotato

- flour and high gluten dough enhancers”. *Lebensmittel Wissenschaft and Technology*. 2008; 41(3).
27. Scott G, Herrera J, Espinola N, Daza N, Fonseca C, Fano H, et al. Desarrollo de productos de raíces y tubérculos. *Memorias del taller sobre procesamiento, comercialización, y utilización de Raíces y Tubérculos en América Latina.* ; 2002.
 28. Fu B. Asian noodles: history, classification, raw materials, and processing. *Food Research International*. 2008; 41(9).
 29. Paz L. *Tecnología y valor agregado en el desarrollo rural*. Pontificia Universidad Catolica De Peru; 2006.
 30. Cobeña G, Hinostroza F. www.sian.info.ve. [Online].; 2010. Available from: <http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/peru/gloria.htm>.
 31. García J. www.madrimasd.org. [Online].; 2006. Available from: http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt4_biocarburantes_liquidos_biodiesel_y_bioetanol.pdf.
 32. Hernández M. [/www.bioetanoldecana.org](http://www.bioetanoldecana.org). [Online].; 2007. Available from: http://www.bioetanoldecana.org/es/download/resumo_executivo.pdf.
 33. Tscheuschner H. *Fundamentos de tecnología de los alimentos* Zaragoza: Acribia S.A.; 2001.
 34. Zhao J, y Wistler R. Spherical aggregates of starch granules as flavor carriers. *Food Technology*. 2004; 48(77).
 35. FAO. [faostat. fao.org](http://faostat.fao.org). [Online].; 2010. Available from: **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida..**
 36. Guan J, Hanna A. Extruding foams from corn starch acetate and native corn starch. *Biomacromolecules*. 2004; 5(6).
 37. López A, García M, Quintero R. *Biotecnología alimentaria*. Quinta ed. México D.F.: Editorial Limusa S.A.; 2002.
 38. Martínez E, Padilla C, García C, Bárcena J, Díez J. Hidrólisis ácida y enzimática del glucógeno. [Online].; 2000. Available from: <http://www.uco.es/organiza/departamentos/bioquimica-biol-mol/pdfs/23%20HIDR%C3%93LISIS%20GLUC>.

39. Norma Oficial Mexicana - NOM. Norma Oficial Mexicana NOM-142-SSA1-1995, Bienes y Servicios. Bebidas Alcohólicas. Especificaciones Sanitarias. Etiquetado Sanitario y Comercial. Mexico D.F. ; 1995.
40. Rodriguez V, Magro E. Bases de la alimentación humana: Gesbiblo S.L.; 2008.
41. Hernández M, Sastre A. Tratado de nutrición Madrid: Editorial Díaz de Santos S.A; 1999.
42. Méndez A. Departamento de Agricultura. [Online].; 2012. Available from: <http://quimica.laguia2000.com/general/fermentacion-alcoholica>.
43. Morrison R, Boyd R. Química Orgánica. Quinta ed.: Editorial Pearson; 1998.
44. Gilces P. Estudio Del Uso De Los Nutrientes Para La Levadura En Fermentación Con El Propósito De Mejorar La Producción Del Alcohol Etílico. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2006.
45. Nieto H. Evaluación de las condiciones de la fermentación alcohólica utilizando *Saccharomyces cerevisiae* y jugo de caña de azúcar como sustrato para obtener etanol. Sangolqui: Escuela Politecnica del Ejercito; 2009.
46. Dorta-Rodríguez M. Análisis económico - financiero de la ampliación de capacidades para la elaboración de un ron añejo de alta calidad. Revista ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. 2004; 38(2): p. 13-19.
47. Bourdon J, Dorta M, Álvarez C. Análisis económico - financiero sobre la producción de Vodka en la Destilería Habana. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2005; 39(2): p. 22-28.
48. Blanco I, Gregory B, Guardarrama R, Vasallo MdC. Sedimentos: errores cometidos en el proceso productivo de Vodka. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2008; 42(1): p. 46-50.
49. Guarnizo A, Martinez P. Experimentos de Química Orgánica con enfoque en ciencias de la vida Armenia: Editorial Elizcom S.A. ; 2009.
50. INEN. NTE INEN 0369: Bebidas alcohólicas. Vodka. Requisitos. Quinta revisión. Quito;; 2015.
51. INIAP. Departamento Agrometeorológico del INIAP: Estacion Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo;; 2015.

52. Kruss Optronic Gmbh. www.kruess.com. [Online].; 2013. Available from: http://www.kruess.com/documents/Applikationsberichte/AP130710_001_Medication_Brix_en_la_industria_de_bebidas_ES.pdf.
53. INEN. NTE INEN 0389: Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (Ph). Quito;; 1986.
54. INEN. INEN 0340. Bebidas Alcohólicas, Determinación del contenido de alcohol etílico. Método Alcohólico (Gay-Lussac). Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalizacion; 2014.
55. INEN. INEN 0347: Bebidas Alcohólicas. Determinación de Metanol. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalizacion; 2015.
56. Blanco A, Quicazán M, Cuenca M. Efectos de algunas fuentes de nitrógeno en la fermentación alcohólica de la miel. *Revista Vitae*. 2012; 19(1): p. 33-36.
57. Zambrano GDR. Estudio Técnico-Económico Para La Obtención De Alcohol A Partir Del Camote (Ipomoea Batata). Quito: Universidad Central del Ecuador; 2013.
58. Gonzales S. Microbiología de las bebidas La Habana: Pueblos y Educación Ediciones; 1978.
59. Vasquez M, Vasquez L. Obtención de vodka a partir de dos tipos de maíz (Zea mays): maíz amarillo amiláceo y maíz blanco de grano vitrio. Ibarra: Universidad Técnica del Norte; 2009.
60. Roldán J, Frauca C, Dueñas A. Intoxicación por alcoholes. *ANALES Sis San Navarra*. 2003; 26(1): p. 129-139.

CAPÍTULO VII.

ANEXOS

Anexo A.

Valores promedios de pH y grados Brix durante el proceso de hidrólisis.

pH						
Temperatura	T1	T2	T3	T4	T5	T6
45°C	2.52	2.51	2.52	2.38	2.42	2.41
55°C	2.59	2.56	2.66	2.59	2.5	2.45
60°C	2.69	2.61	2.72	2.62	2.55	2.51
65°C	2.81	2.79	2.8	2.76	2.61	2.62

Grados Brix						
Temperatura	T1	T2	T3	T4	T5	T6
45°C	0	0	0	0	0	0
55°C	2	2	1	2	1-5	2.5
60°C	3.5	3	3	3-5	3.5	4
65°C	6	5.5	6.5	6	6.5	7

Anexo B.

Valores promedios de pH y grados Brix durante el proceso de fermentación.

pH						
Días	T1	T2	T3	T4	T5	T6
0	4.79	4.81	4.8	4.77	4.79	4.82
1	4.66	4.69	4.76	4.74	4.71	4.79
2	4.55	4.56	4.6	4.69	4.66	4.73
3	4.5	4.54	4.56	4.64	4.62	4.67
4	4.42	4.5	4.55	4.56	4.54	4.62
5	4.39	4.49	4.53	4.5	4.51	4.6

Grados Brix						
Días	T1	T2	T3	T4	T5	T6
0	21	21	21	21	21	21
1	17	16	19	18.5	16	17.5
2	16	15	17.5	16.5	14	15
3	15.5	14.5	16	14	13.5	14.5
4	14	13	14	13	12	12.5
5	14	13	13.5	13	12	12.5

Anexo C.

Andeva de análisis físico-químicos de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.

grados brix (%)

Variable N R² R² Aj CV
grados brix (%) 24 0,20 0,00 8,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,00	5	0,60	0,90	0,5023
Factor A (Relación camote:..	0,67	1	0,67	1,00	0,3306
Factor B (Dilución mezcla:..	1,56	2	0,78	1,17	0,3323
Factor A (Relación camote:..	0,77	2	0,39	0,58	0,5710
Error	12,00	18	0,67		
Total	15,00	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70031

Error: 0,6667 gl: 18

Factor A (Relación camote:.. Medias n E.E.

a2 9,58 12 0,24 A

a1 9,92 12 0,24 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,04192

Error: 0,6667 gl: 18

Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

b3 9,44 8 0,29 A

b1 9,75 8 0,29 A

b2 10,06 8 0,29 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,83484

Error: 0,6667 gl: 18

Factor A (Relación camote:.. Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

a2	b1	9,38	4	0,41	A
a1	b3	9,38	4	0,41	A
a2	b3	9,50	4	0,41	A
a2	b2	9,88	4	0,41	A
a1	b1	10,13	4	0,41	A
a1	b2	10,25	4	0,41	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

pH

Variable N R² R² Aj CV

pH 24 0,73 0,65 0,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	5	0,02	9,55	0,0001
Factor A (Relación camote:..	0,03	1	0,03	15,55	0,0010
Factor B (Dilución mezcla:..	0,05	2	0,03	14,03	0,0002
Factor A (Relación camote:..	0,01	2	3,8E-03	2,07	0,1546
Error	0,03	18	1,8E-03		
Total	0,12	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03685

Error: 0,0018 gl: 18

Factor A (Relación camote:.. Medias n E.E.

a1	4,47	12	0,01	A
a2	4,54	12	0,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05482

Error: 0,0018 gl: 18

Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

b1	4,45	8	0,02	A
b2	4,50	8	0,02	A
b3	4,56	8	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09655

Error: 0,0018 gl: 18

Factor A (Relación camote:.. Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

a1	b1	4,39	4	0,02	A
a1	b2	4,49	4	0,02	B
a2	b1	4,50	4	0,02	B C
a2	b2	4,51	4	0,02	B C
a1	b3	4,53	4	0,02	B C
a2	b3	4,60	4	0,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Contenido de alcohol (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
contenido de alcohol (%)	24	0,07	0,00	5,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,88	5	5,78	0,28	0,9207
Factor A (Relación camote:..	7,04	1	7,04	0,34	0,5696
Factor B (Dilución mezcla:..	10,75	2	5,38	0,26	0,7768
Factor A (Relación camote:..	11,08	2	5,54	0,26	0,7708
Error	377,75	18	20,99		
Total	406,63	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,92917

Error: 20,9861 gl: 18

Factor A (Relación camote:.. Medias n E.E.

a2 83,33 12 1,32 A

a1 84,42 12 1,32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,84581

Error: 20,9861 gl: 18

Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

b3 83,13 8 1,62 A

b1 83,75 8 1,62 A

b2 84,75 8 1,62 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,29460

Error: 20,9861 gl: 18

Factor A (Relación camote:.. Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

a1 b3 82,75 4 2,29 A

a2 b1 83,00 4 2,29 A

a2 b2 83,50 4 2,29 A

a2 b3 83,50 4 2,29 A

a1 b1 84,50 4 2,29 A

a1 b2 86,00 4 2,29 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo D.

Andeva de análisis sensorial de la bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote.

COLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR	119	0,07	0,03	26,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,74	5	1,75	1,70	0,1400
Factor A (Relación camote:..	1,27	1	1,27	1,24	0,2678
Factor B (Dilución mezcla:..	5,79	2	2,90	2,82	0,0640
Factor A (Relación camote:..	1,68	2	0,84	0,82	0,4450
Error	116,13	113	1,03		
Total	124,87	118			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,36824

Error: 1,0277 gl: 113

Factor A (Relación camote:.. Medias n E.E.

a2 3,87 59 0,13 A

a1 3,67 60 0,13 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,54067

Error: 1,0277 gl: 113

Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

b3 4,03 40 0,16 A

b1 3,80 40 0,16 A

b2 3,49 39 0,16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,93350

Error: 1,0277 gl: 113

Factor A (Relación camote:.. Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

a2 b3 4,20 20 0,23 A

a2 b1 4,00 20 0,23 A

a1 b3 3,85 20 0,23 A

a1 b1 3,60 20 0,23 A

a1 b2 3,55 20 0,23 A

a2 b2 3,42 19 0,23 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

AROMA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AROMA	119	0,03	0,00	25,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,12	5	0,62	0,70	0,6214
Factor A (Relación camote:..	0,25	1	0,25	0,28	0,5950
Factor B (Dilución mezcla:..	1,36	2	0,68	0,77	0,4659
Factor A (Relación camote:..	1,52	2	0,76	0,86	0,4274
Error	100,29	113	0,89		
Total	103,41	118			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34220

Error: 0,8875 gl: 113

Factor A (Relación camote:.. Medias n E.E.

a2	3,81	59	0,12	A
----	------	----	------	---

a1	3,72	60	0,12	A
----	------	----	------	---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50243

Error: 0,8875 gl: 113

Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

b3	3,90	40	0,15	A
----	------	----	------	---

b1	3,75	40	0,15	A
----	------	----	------	---

b2	3,64	39	0,15	A
----	------	----	------	---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,86748

Error: 0,8875 gl: 113

Factor A (Relación camote:.. Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

a2	b3	4,05	20	0,21	A
----	----	------	----	------	---

a2	b1	3,85	20	0,21	A
----	----	------	----	------	---

a1	b3	3,75	20	0,21	A
----	----	------	----	------	---

a1	b2	3,75	20	0,21	A
----	----	------	----	------	---

a1	b1	3,65	20	0,21	A
----	----	------	----	------	---

a2	b2	3,53	19	0,22	A
----	----	------	----	------	---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

SABOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	119	0,03	0,00	23,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,36	5	0,67	0,75	0,5873
Factor A (Relación camote:...	2,43	1	2,43	2,71	0,1022
Factor B (Dilución mezcla:...	0,89	2	0,44	0,49	0,6113
Factor A (Relación camote:...	0,06	2	0,03	0,03	0,9662
Error	101,23	113	0,90		
Total	104,59	118			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34380

Error: 0,8958 gl: 113

Factor A (Relación camote:.. Medias n E.E.

a1 4,20 60 0,12 A

a2 3,91 59 0,12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50478

Error: 0,8958 gl: 113

Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

b1 4,18 40 0,15 A

b3 4,03 40 0,15 A

b2 3,97 39 0,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,87153

Error: 0,8958 gl: 113

Factor A (Relación camote:.. Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

a1 b1 4,30 20 0,21 A

a1 b3 4,20 20 0,21 A

a1 b2 4,10 20 0,21 A

a2 b1 4,05 20 0,21 A

a2 b3 3,85 20 0,21 A

a2 b2 3,84 19 0,22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ASTRINGENCIA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ASTRINGENCIA	119	0,04	0,00	31,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	6,57	5	1,31	0,88	0,4987
Factor A (Relación camote:...	2,63	1	2,63	1,76	0,1879
Factor B (Dilución mezcla:...	3,53	2	1,77	1,18	0,3114
Factor A (Relación camote:...	0,32	2	0,16	0,11	0,8984
Error	169,28	113	1,50		
Total	175,85	118			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44458*Error: 1,4980 gl: 113*Factor A (Relación camote:.. Medias n E.E.

a2 4,01 59 0,16 A

a1 3,72 60 0,16 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,65276***Error: 1,4980 gl: 113*Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

b3 4,00 40 0,19 A

b1 3,98 40 0,19 A

b2 3,62 39 0,20 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,12703***Error: 1,4980 gl: 113*Factor A (Relación camote:.. Factor B (Dilución mezcla:.. Medias n E.E.

a2 b3 4,10 20 0,27 A

a2 b1 4,10 20 0,27 A

a1 b3 3,90 20 0,27 A

a1 b1 3,85 20 0,27 A

a2 b2 3,84 19 0,28 A

a1 b2 3,40 20 0,27 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)***ACEPTABILIDAD**Variable N R² R² Aj CVACEPTABILIDAD 119 0,17 0,13 22,32**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	17,97	5	3,59	4,57	0,0008
Factor A (Relación camote:...	10,12	1	10,12	12,86	0,0005
Factor B (Dilución mezcla:...	6,89	2	3,44	4,37	0,0148
Factor A (Relación camote:...	0,82	2	0,41	0,52	0,5968
Error	88,95	113	0,79		
Total	106,92	118			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,32228

Error: 0,7872 gl: 113

Factor A (Relación camote:... Medias n E.E.

a2 4,27 59 0,12 A

a1 3,68 60 0,11 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47318

Error: 0,7872 gl: 113

Factor B (Dilución mezcla:... Medias n E.E.

b3 4,30 40 0,14 A

b1 3,90 40 0,14 A B

b2 3,73 39 0,14 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,81698

Error: 0,7872 gl: 113

Factor A (Relación camote:... Factor B (Dilución mezcla:... Medias n E.E.

a2 b3 4,50 20 0,20 A

a2 b1 4,30 20 0,20 A B

a1 b3 4,10 20 0,20 A B C

a2 b2 4,00 19 0,20 A B C

a1 b1 3,50 20 0,20 B C

a1 b2 3,45 20 0,20 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo E.

Análisis de contenido de metanol realizado en el Laboratorio MULTIANALITYCA S.A. de la ciudad de Quito.



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.47594a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	SANCHEZ AGUILERA DAMARIS
Dirección:	COOP. 20 DE FEBRERO
Teléfono:	0988543515

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	BEBIDA ALCOHOLICA		
Descripción:	VODKA DE CAMOTE "T6"		
Lote	---	Contenido Declarado:	500mL
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2020-02-12	Hora de Recepción:	12:40:50
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
Temperatura de la muestra:	---		

RESULTADOS INSTRUMENTAL

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
METANOL	0.69	mg/100 cm ³ AA	MIN-24	CG
GRADO ALCOHOLICO	36	°GL	MIN-06	INEN 340

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cía. Ltda. Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite. Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento. El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

Quim. Mercedes Parra Jefe
División Instrumental

Anexo F.

Evidencia fotográfica del proceso de la bebida destilada tipo vodka obtenida del camote.



Proceso de hidrolisis control de temperatura



Destilador



Lectura de grados
alcohólicos



Análisis pH



Análisis acidez



Producto final

Anexo G.

Evidencia fotográfica del sensorial

