



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE POSGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA

INFORME DE INVESTIGACIÓN

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER
EN AGROINDUSTRIA**

**MODALIDAD:
TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TEMA:
TEMPERATURAS DE HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA EN VARIEDADES
DE CAMOTE PARA LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO**

**AUTOR:
ING. PEDRO ROGELIO MIRANDA SUÁREZ**

**TUTOR:
ING. DAVID WILFRIDO MOREIRA VERA, PhD**

CALCETA, NOVIEMBRE DE 2022

DERECHOS DE AUTORÍA

PEDRO ROGELIO MIRANDA SUAREZ, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mí autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, que se han respetado los derechos de autor de terceros, por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido del mismo, así como ante la reclamación de terceros, conforme a los artículos 4, 5 y 6 de la Ley de Propiedad Intelectual.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido en el artículo 46 de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Pedro Rogelio Miranda Suarez

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

DAVID WILFRIDO MOREIRA VERA, certifica haber tutelado el trabajo de titulación **TEMPERATURAS DE HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA EN VARIEDADES DE CAMOTE PARA LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO**, que ha sido desarrollado por **PEDRO ROGELIO MIRANDA SUAREZ**, previo la obtención del título de Magister en Agroindustria de acuerdo al Reglamento de unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. DAVID W. MOREIRA VERA, PhD

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **TEMPERATURAS DE HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA EN VARIEDADES DE CAMOTE PARA LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO**, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **PEDRO ROGELIO MIRANDA SUAREZ**, previa la obtención del título de Magister en Agroindustria de acuerdo al Reglamento de la unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Mgtr. Francisco Manuel Demera Lucas
MIEMBRO

Ph.D. Julio Vinicio Saltos Solórzano.
MIEMBRO

Ph.D. Ely Fernando Sacón Vera
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como profesional, brindándome una educación de calidad en la cual he logrado forjar mis conocimientos profesionales y a su vez poder crecer como ser humano.

A Dios por regalarme salud y darme las fuerzas necesarias en los momentos más complicados, enseñándome a no flaquear y poder demostrar que si se puede.

A mis madres Yolanda y Martha Marchan por haber confiado en mí, desde el comienzo y ser los pilares fundamentales en mi vida.

A mi esposa Alexandra Ormaza quien es pilar en mi vida y fuerzas todos los días para seguir juntos.

A cada uno de los catedráticos quienes de forma directa o indirecta han hecho su aportación en la realización del presente trabajo.

A mis compañeros de aula II Cohorte de agroindustria.

PEDRO ROGELIO MIRANDA SUAREZ

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta aquí dándome salud, voluntad y la oportunidad de poder estudiar y de esta manera poder lograr un propósito más en mi vida.

A mi madre Yolanda Marchan y mi tía Martha Marchan por estar conmigo en las buenas y malas, apoyándome desde el comienzo hasta el fin.

PEDRO ROGELIO MIRANDA SUAREZ

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL	vii
CONTENIDOS DE GRÁFICOS.....	x
RESUMEN	xi
PALABRAS CLAVE	xi
ABSTRACT	xii
KEY WORDS.....	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTE	13
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2. JUSTIFICACIÓN	15
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4. HIPÓTESIS	16
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1. CAMOTE.....	17
2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CAMOTE	18
2.2.1. PROPIEDADES.....	18
2.3. PRODUCCIÓN DE CAMOTE EN ECUADOR	19
2.4. VARIEDADES DE CAMOTE.....	20
2.4.1. VARIEDAD ANARANJADA	20
2.4.2. VARIEDAD DE CAMOTE PEDRITO	20
2.4.3. VARIEDAD DE CAMOTE GUAYACO MORADO.....	21
2.5. USOS DEL CAMOTE	21
2.6. ENZIMAS	21

2.6.1. HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA	22
2.6.2. ANKOM TECHNOLOGY ALPHA AMYLASE.....	23
2.7. LEVADURAS SACCHAROMYCES CEREVISIAE.....	23
2.8. FERMENTACIÓN	24
2.9. MICROORGANISMO QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE ETANOL	24
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	25
3.1. UBICACIÓN	25
3.2. DURACIÓN	25
3.3. FACTORES EN ESTUDIO	25
3.4. NIVELES DE LOS FACTORES	26
3.5. TRATAMIENTOS.....	26
3.6.- DISEÑO EXPERIMENTAL.....	26
3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	27
3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO	27
3.8.1. PREPARACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS	27
3.9. VARIABLES A MEDIR	30
3.9.2. °Brix. -	30
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	32
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS.....	33
4.1.1. pH	33
4.1.2. BRIX.....	34
4.1.3. ACIDEZ	36
4.1.4. GRADOS ALCOHÓLICOS.....	37
4.2. ANÁLISIS SENSORIAL	41
4.3. METANOL Y PROPANOL	44
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1. CONCLUSIONES	46
5.2. RECOMENDACIONES.....	46
BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS.....	52

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Niveles del factor.....	26
Tabla 2. Relación de niveles de los factores en estudio.....	26
Tabla 3. Descripción del ANOVA.....	26
Tabla 4. Supuestos del ANOVA para las variables en estudio.....	33
Tabla 5. Anova para la variable pH.....	33
Tabla 6. Prueba de Tukey para el factor A de la variable pH.....	34
Tabla 7. Prueba de Kruskal-Wallis para la variable °Brix.....	35
Tabla 8. Valores promedios de °Brix obtenidos en la bebida alcohólica destilada a partir de camote.....	36
Tabla 9. Prueba de Kruskal-Wallis para la variable Acidez.....	36
Tabla 10. Prueba de Kruskal-Wallis para la variable Grados Alcohólicos.....	38
Tabla 11. Subconjuntos homogéneos de Kruskal-Wallis para el factor variedades de camote (Factor A) de la variable grados alcohólicos.....	38
Tabla 12. Subconjuntos homogéneos de Kruskal-Wallis para tratamientos de la variable grados alcohólicos.....	39
Tabla 13. Prueba de Kruskal-Wallis para el Análisis Sensorial.....	41
Tabla 14. Análisis de metanol y propanol en el tratamiento 4 (variedad de camote pedrito, 72 °C en maceración).....	45

CONTENIDOS DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de caja y bigotes para los tratamientos de la variable acidez	37
Gráfico 2. Diagrama de caja y bigotes para los niveles del Factor A de la variable Grados Alcohólicos	39
Gráfico 3. Diagrama de caja y bigotes para los tratamientos la variable Grados Alcohólicos	40
Gráfico 4. Diagrama de caja y bigotes para el atributo olor del análisis sensorial.	42
Gráfico 5. Diagrama de caja y bigotes para el atributo color del análisis sensorial.	42
Gráfico 6. Diagrama de caja y bigotes para el atributo sabor del análisis sensorial.	43
Gráfico 7. Diagrama de caja y bigotes para el atributo apariencia del análisis sensorial.	44

RESUMEN

Para el desarrollo de esta investigación fue evaluar la reacción enzimática de la enzima mediante las temperaturas de maceración del mosto frente a las tres variedades de camote (*Ipomoea babatas*), para la elaboración de una bebida alcohólica destilada como resultado del desarrollo de la transformación de este tubérculo. Se empleó un diseño factorial AxB en un Diseño completamente al azar, el cual constó con 6 tratamientos y 3 réplicas dando como resultado 18 corridas experimentales los factores de estudio fueron; factor A: tres variedades de camote (a₁; anaranjado, a₂; pedrito y a₃; guayaco morado); factor B: tiempo de maceración del mosto (b₁; 62 y b₂; 72°C). Para determinar las diferencias significativas entre los factores, niveles, repeticiones e interacciones se realizó la prueba de Tukey (p<0,05) mediante una prueba estadística Kruskal-Wallis, además se realizó los análisis físico-químicos como el pH, °Brix y grados alcohólicos. Para los resultados del pH; la variedad guayaco morado reflejó mejor resultado en comparación con las otras variedades en estudio, debido a que esta posee la mayor disminución del acidez Total Titulable (ATT) al momento de la hidrólisis enzimática, dando como mejor el tratamiento T4 (variedad de camote pedrito + temperatura de maceración del mosto a 72°C), en cuanto a los resultados obtenidos por la evaluación sensorial el mejor alcohol de acuerdo a las características (color, olor, apariencia y sabor) dando como mejor el tratamiento T4, indicando como el mejor tratamiento es la bebida alcohólica destilada de camote.

PALABRAS CLAVE

Variedades, camote, alcohol, maceración, hidrolisis enzimático.

ABSTRACT

The development of this research focused on evaluating the enzymatic reaction of the enzyme through the maceration temperatures of the must against the three varieties of sweet potato (*Ipomoea batatas*), for the elaboration of a distilled alcoholic beverage as a result of the development of the transformation of this tuber. An AxB factorial design was used in a completely randomized design, which consisted of 6 treatments and 3 replicates resulting in 18 experimental runs. The study factors were: factor A: three sweetpotato varieties (a1; orange, a2; pedrito and a3; purple guayaco); factor B: maceration time of the must (b1; 62 and b2; 72C). To determine the significant differences between the factors, levels, repetitions and interactions, the Tukey test ($p < 0.05$) was performed using a Kruskal-Wallis statistical test, as well as physical-chemical analyses such as pH, °Brix and alcohol content. For the pH results; the purple guayaco variety showed a better result compared to the other varieties under study, because it has the greatest decrease in Total Titratable Acidity (ATT) at the time of enzymatic hydrolysis, giving as the best the T4 treatment (pedrito sweet potato variety + maceration temperature of the must at 72°C), As for the results obtained from the sensory evaluation, the best alcohol according to the characteristics (color, odor, appearance and flavor) was the T4 treatment, indicating that the best treatment is the sweet potato distilled alcoholic beverage.

KEY WORDS

Varieties, sweetpotato, alcohol, maceration, enzymatic hydrolysis.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTE

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con esta investigación en la producción de alcohol partiendo del camote, podemos darle a esta raíz valor agregado y uso industrial. Se utilizó el proceso de hidrólisis y fermentación donde la enzima comercial de marca ANKOM Technology 250 Tipo L (alfa-amilasa) hidroliza el almidón con alta estabilidad al calor y pH para facilitar el proceso de fermentación.

El propósito de este estudio es tanto brindar a los agricultores una alternativa para incrementar la producción de camote como para comercializar este producto de sus cultivos. Por ello, a través de este trabajo, se estima contribuir mejor a su gestión, encauzándola como una oportunidad de creación de empleo para los agricultores, fomentando la sostenibilidad en su beneficio directo.

El estudio de los tubérculos ha fascinado a varios científicos durante mucho tiempo, por lo que tienen muchas perspectivas en cuanto al valor nutricional y cultural. Considerando también que son ingredientes importantes en diversas preferencias culinarias comunes a nivel mundial (Meléndez y Hirose, 2018).

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador, actualmente se cultivan aproximadamente 17 variedades de camote en el Ecuador. Sacon et al (2016).

El aumento de la producción de alcohol en el mundo está aparejado con el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan obtener etanol a partir de residuos agrícolas, maderables, de desechos sólidos u otros materiales que contengan celulosa y hemicelulosas, para permitir entonces valorizar ciertas materias primas para la obtención de alcohol, mayoría de los países latinoamericanos, entre ellos los productores de azúcar, están en la búsqueda de una estrategia para la reconversión de sus tecnologías productivas y dar respuesta con ello a la apertura de nuevos mercados y a la integración regional (Viñals, Bell, Michelena, & Ramil, 2012).

Por otro lado, se menciona que el principal inconveniente del camote no es aprovechado como materia prima para la transformación de nuevos productos y no es consumido debido al desconocimiento de su contenido nutricional y es catalogado como un tubérculo para consumo directo tomando en cuenta que; por su contenido de almidón es una fuente para el proceso de elaboración de alcohol y/o productos industriales.

Cabe recalcar que, actualmente la industria alimentaria está expuesta a la exigencia de los consumidores los cuales precisan productos de calidad, teniendo en cuenta que la calidad de los alimentos se mantendrá durante el período de compra y consumo.

El poco impacto del camote hace que el consumo e industrialización de este tubérculo se vea reflejado poca importancia, por tal razón es necesario la contribución a este tubérculo a nivel nutricional (Fao, 2011).

Una vez mencionados estos objetivos se plantea la siguiente interrogante:

¿Se obtendrá alcohol etílico de tres variedades de camote aplicando dos temperaturas de hidrólisis enzimática?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El propósito de esta investigación fue aprovechar la producción y diversidad, principalmente las ventajas que ofrece la *Ipomoea batatas* (batata) en el Ecuador con aplicación en la producción de alcohol por la aplicación de una enzima que permite descomponer los almidones y convertir los azúcares en alcohol.

El camote es un cultivo ampliamente producido en las regiones tropicales y templadas calientes. Este es uno de los cultivos alimenticios más importantes, versátiles y subexplotados en el mundo (Valverde & Moreira, 2004).

Por otro lado, Murillo, Alvis, & Arrazola, (2020), manifiestan que este tubérculo es conocido por ser fuente principal de carbohidratos de gran aporte calórico (almidón), sin dejar de lado la presencia en su composición de otros nutrientes, además, sus características como cultivo resistente, lo convierten en un actor principal de la seguridad alimentaria, en cuanto a disponibilidad, accesibilidad, estabilidad y utilización.

El almidón y su hidrólisis para la producción lo hace materia prima de uso inmediato en diferentes procesos alimenticios, industriales etc (Lizarazo, Hurtado, & Rodriguez, 2015).

El camote es uno de los cultivos prometedores para la obtención de alcohol en nuestro país, debido a que en su composición posee almidón que hidrolizado es fácilmente fermentable, la rusticidad de la planta y los altos rendimientos obtenidos (Zambrano & Machado, 2013).

La batata es un alimento rico en energía, el contenido de carbohidratos de las raíces es del 25-30%, de los cuales el 98% se considera fácil de digerir; Por lo tanto, es ideal como subproducto para la elaboración de harina. (Scott G, 2017).

El objetivo de la industria agrícola es darle un nuevo uso a la industrialización del camote, porque el etanol es rentable por su alto contenido de almidón, y debido a la demanda existente de bebidas alcohólicas, es posible aprovechar nuestro país.

Atendiendo las diferentes consideraciones antes mencionadas de dicha materia prima es importante mencionar que otro de los propósitos es favorecer el beneficio del camote y sus diferentes fuentes nutritivas como un importante potencial en la obtención de alcohol con fin de contribuir y activar la producción de este tubérculo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Obtener alcohol etílico de variedades de camote utilizando temperaturas hidrolisis enzimática.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la mejor temperatura de hidrólisis enzimática y la mejor variedad de camote mediante el rendimiento de alcohol etílico obtenido.
- Realizar los análisis fisicoquímicos al alcohol de camote obtenido de acuerdo a la norma técnica NTE INEN 368.
- Establecer mediante análisis sensorial a los atributos color, olor, sabor y apariencia en mejor tratamiento mediante escala hedónica por 75 catadores no entrenados.

1.4. HIPÓTESIS

Al menos una temperatura de hidrólisis enzimática y/o al menos una variedad de camote obtendrá un mejor rendimiento de alcohol etílico y que este a su vez cumpla con las condiciones fisicoquímicas.

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CAMOTE

Es el tercer cultivo en importancia dentro del grupo de raíces y tubérculos, precedido solo por la papa y la yuca. A nivel mundial se cultivan aproximadamente 8,5 millones de hectáreas al año, con un rendimiento superior a los 127 millones de toneladas métricas (Castillo, Brenes, Esker, & Gómez, 2014). Los beneficios para la salud son sustanciales, especialmente para las poblaciones en peligro de nutrición, pues en comparación con la papa, el camote es una fuente más rica en nutrientes y fibra; desafortunadamente, en algunas partes del mundo, es considerado como un cultivo agrícola pobre (Cantoral, Chavez, & Flores, 2020).

El camote o batata (*Ipomea batatas*), es un tubérculo perteneciente a la familia de las Convolvulaceae, su origen no es exacto, pero se presume que es oriundo del noroeste de América del Sur, entre el norte de Perú y sur de Ecuador, existen variedades con cáscara y pulpas de diferentes colores tales como rojas, púrpuras, moradas, color crema, amarillas, anaranjadas y blancas, este color está determinado por el tipo de compuestos presentes tales como antocianinas y carotenos o su ausencia en el caso de las variedades blancas (Anchundia, Jácome, & Chamorro, 2020).

El cultivo del camote a nivel nacional 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), La Ing. Gloria Cobeña, investigadora de esta institución señala que; hoy en día existen 1.030 hectáreas (ha) sembradas con camote en el país, en comparación con el año 2008 que se produjeron 396 ha (Telégrafo, 2014).

2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CAMOTE

Se han realizado diversos estudios para conocer la composición nutricional del tubérculo del camote. Es un alimento rico en carbohidratos, proteínas, lípidos, carotenoides, vitamina A, C, riboflavina, niacina, fibra y agua (Ibrahium, 2014).

El camote contiene una relación de sodio de 19-55 mg/100g y potasio de 200-385 mg/100g. Por lo tanto, es adecuado para incluir en un plan de alimentación con una restricción de sodio de 500 mg/día en pacientes con hipertensión arterial (HTA). De acuerdo al Food and Drug Administration (FDA), el camote posee una poderosa cantidad de vitamina A (retinol) la cual es un excelente antioxidante. Dicha cantidad le otorga a una persona más del 100% de la cantidad diaria requerida. El aporte de proteína del camote es de 0.5 - 2.1 g/100g. La calidad de su aporte proteico es valiosa dado que contiene aminoácidos esenciales; tales como: leucina (.092 g/100g), isoleucina (0.055 g/100g), lisina (0.066 g/100g), metionina (0.029 g/100g), fenilalanina (0.089 g/100g), treonina (0.083 g/100g), triptófano (0.031 g/100g), valina (0.086 g/100g) e histidina (0.031g /100g). Estos aminoácidos presentes en el camote son esenciales para el buen funcionamiento del organismo (Wang, 2016).

El camote amarillo contiene una gran cantidad de vitaminas y se ha utilizado para tratar enfermedades que están relacionadas con deficiencia de vitamina C (ácido ascórbico), la carencia de esta vitamina en los seres humanos, puede provocar hemorragias acompañada de una pobre cicatrización y lento proceso de curación de las heridas (Bastías, 2016).

2.2.1. PROPIEDADES

Sacón., *et al*, (2016) manifiestan que en los últimos años se ha incrementado el consumo de alimentos con propiedades funcionales a partir de nuevos ingredientes, los mismos autores a través de una investigación citada por (Hiroshi., *et al*) donde indican que, el camote (*Ipomea batata*) contiene proteína y fibra elementos importantes para las deficiencias de proteína.

Presenta un sabor dulce debido a su elevado contenido en azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) y por su riqueza en hidratos de carbono se puede decir que es un alimento de alto valor energético. Dado a su contenido de azúcares e hidratos de carbono complejos (almidón) y de su valor energético, la batata es un alimento adecuado para niños, personas que realizan esfuerzos físicos importantes o aquellas que se encuentran debilitadas o convalecientes. Sin embargo, en caso de sobrepeso u obesidad o de diabetes, ha de moderar la cantidad y frecuencia de consumo porque tiene almidón y su consumo diario puede aumentar el peso de las personas con tendencia a engordar (Plaza, Martínez, & Gil, 2013).

2.3. PRODUCCIÓN DE CAMOTE EN ECUADOR

El Ecuador por su posición sobre la Línea Ecuatorial, goza de toda clase de climas, que le permite tener diversidad de cultivos, siendo el camote uno de los alimentos tradicionales de la Costa, Sierra y Oriente. El camote es un cultivo muy versátil, debido a su fácil propagación, pocos requerimientos de insumos, agua, fertilizantes, buen potencial productivo y facilidad para adaptarse a diversas condiciones agroclimáticas. Por su forma de cultivar es considerado un producto limpio, ecológico y amigable con el ambiente, ya que casi no se emplean químicos, debido a la diversidad de especies benéficas asociadas al cultivo (Cobeña., *et al*, 2017).

En el Ecuador, en la Región Interandina, Litoral y Amazonia, el cultivo de camote es de gran importancia para sus pobladores, después de la papa (Anchundia, Jácome, & Chamorro, 2020). Este es el cultivo más sembrado en extensión en algunas regiones, además, los tubérculos de estas plantas se caracterizan por tener un alto contenido de humedad y ser metabólicamente activos después de la cosecha, tiempo de vida útil corto y comercialización rudimentaria (Reyes, 2015).

El camote se podría convertir en el producto estrella de la agroindustria, debido a que se extrae de forma artesanal tanto alcohol, almidón y harina de manera más económica; este tubérculo es de fácil manejo agrícola, requiriendo muy poco riego y casi nada de fertilización. Cabe recalcar que la harina de camote puede ser

base para la industria balanceadora nacional y mundial, podría suplantar las harinas de maíz que es mucho más costosa producirla (Jijón, 2016).

2.4. VARIEDADES DE CAMOTE

En Ecuador, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF), mantiene un Banco de Germoplasma con 368 accesiones de camote, colectadas en 18 provincias (Paredes, 2014).

En el país, existe una gama de variedades clasificadas por la coloración de la pulpa (anaranjada, amarilla, blanca y morada). En el Litoral ecuatoriano, el camote morado es de mayor consumo y su preferencia está determinada por las costumbres ancestrales y por su sabor (Cobeña., *et al*, 2017).

2.4.1. VARIEDAD ANARANJADA

La forma de la raíz reservante es ovada, con defectos de hendiduras longitudinales superficiales, el grosor de la corteza es aproximadamente (3mm). El color predominante de la piel es anaranjado, la intensidad del color predominante de la piel es oscura, el color secundario de la piel es ausente. El color 10 predominante de la carne es anaranjado intermedio, el color secundario de la carne es ausente. El rendimiento por ha 5.3 toneladas (INIAP, 2003).

2.4.2. VARIEDAD DE CAMOTE PEDRITO

Bajo la denominación de Toquecita, enteras de forma triangular con hendiduras muy superficiales, el peciolo es corto, llegando a medir de 10 a 20 cm. La forma de la raíz reservante es elíptica, con defectos de constricciones horizontales superficiales; el grosor de la corteza es intermedia entre 2 a 3mm). El color predominante de la piel es anaranjado con intensidad intermedia; carece de color secundario. En la pulpa predomina el color anaranjado con intensidad intermedia, el color secundario es anaranjado más intenso distribuido en forma de anillos delgados en la corteza. La distribución de la raíz reservante en el tallo es dispersa (Zambrano, 2016).

2.4.3. VARIEDAD DE CAMOTE GUAYACO MORADO

Cosechada en Manabí y es conocida como guayaco morado, presenta tres lóbulos superficiales de forma triangular, el peciolo es intermedio, llegando a medir entre 21 a 30 cm. La forma de la raíz es largo irregular o curvado, con ausencia de defectos superficiales, el grosor de la corteza es intermedia ente 2 a 3 mm. El color predominante de la piel es morado cuya intensidad es pálida; carece de color secundario. El color predominante de la pulpa es morado pálido, siendo el blanco su color secundario; distribuida en la mayor parte de la pulpa. La distribución de la raíz reservante en el tallo es muy dispersa (Cobeña Ruiz, 2017).

2.5. USOS DEL CAMOTE

Como conservas, deshidratados, fritos, hojuelas, entre otros, para el consumo animal la raíz se utiliza para la crianza de bovinos. En el Continente Asiático se usa para la producción de almidón y alcohol. En América Latina tiene marcadas diferencias, orientadas al consumo humano mediante la extracción de h harinas, elaboración de dulces y bebidas tradicionales, la principal técnica de producción se sustenta en la deshidratación del producto.

En Ecuador, la población consume el camote cocinado en forma natural; aunque otras formas tradicionales, ampliamente difundidas, son las rodajas fritas y las tortillas de camote cocido con queso. Mientras que, para el consumo animal, en la alimentación de cerdos, sólo se usan los camotillos y los camotes de descarte.

En el 2005 un equipo de técnicos de la Escuela Politécnica Nacional determinó que debido a la alta cantidad de amilasa que contiene, el almidón de camote al mezclarlo con dos plastificantes naturales, glicerol y sorbitol, puede servir como constituyente de láminas de plástico de alta resistencia (Revelo, 2014).

2.6. ENZIMAS

Son catalizadores que aceleran las reacciones químicas necesarias para el organismo el cual controlan los procesos, permitiendo también como una de las funciones; degradan los azúcares, sintetizan grasas y aminoácidos, también

degradan subproductos tóxicos para la célula entre otras (Ramírez & Ayala, 2014).

2.6.1. HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA

Es el proceso que tiene por objeto la transformación del almidón de las materias primas amiláceas en azúcares. Dicha transformación es catalizada por enzimas, cuya función es romper las moléculas de almidón.

García & Pacheco, (2009), indican que el estudio de la hidrólisis enzimática del almidón in vitro permite obtener una información relativa de la biodisponibilidad del almidón in vivo. Por ello, las evaluaciones nutricionales de materiales amiláceos in vivo, tienden a ser validadas por ensayos de digestibilidad enzimática in vitro, que se refieren al porcentaje (%) de digestibilidad aparente de la materia seca, en la dieta de referencia, siendo diferente el comportamiento según el complejo a tratar, tales como harinas nativas, gelatinizadas, harinas con alto contenido de proteínas o grasas.

Con enzimas termoestables se realiza el método convencional, primero la licuefacción de almidón, luego la conversión del almidón en glucosa o sacarificación. Mediante la licuefacción, se liberan los gránulos de almidón, pues a consecuencia del calor, éste absorbe agua y se hincha, ocasionando la ruptura de la pared celular, y el almidón se gelatiniza. Al final de este proceso, que tiene una duración de 30 minutos, la masa se tritura por la acción conjunta del calor y del fraccionamiento de la alfa amilasa adicionada. En el proceso de sacarificación, mediante la acción de la enzima Glucoamilasa, se da el fraccionamiento de las cadenas de azúcares largos (dextrinas, triosas y maltosa) hasta obtener glucosa. (González, 2015).

En este tipo de hidrólisis intervienen agentes catalizadores bioquímicos, que promueven la reacción sin la formación de subproductos. En este proceso intervienen dos etapas, la licuefacción y la sacarificación, en la que intervienen las enzimas amilasas y glucoamilasas respectivamente (Domínguez, 2020).

2.6.2. ANKOM TECHNOLOGY ALPHA AMYLASE

Es una enzima alfa amilasa que hidroliza el almidón con alta estabilidad al calor y al pH derivada de una cepa genéticamente modificada de *Bacillus licheniformis*. Se utiliza para licuar almidón durante el análisis de fibra de detergente neutro (Rojo, Mendoza, & Crosby, 2001).

La industria del almidón es una de las principales usuarias de amilasas para la hidrólisis y modificación de esta materia prima con el fin de obtener glucosa, maltosa y oligosacáridos, que pueden ser convertidos en jarabes de fructosa y dextrosa. La glucosa obtenida, también puede ser fermentada para producir etanol, aminoácidos y ácidos orgánicos. Sin embargo, para la conversión enzimática de almidones es necesario utilizar amilasas termoestables, ya que estas son adicionadas luego de un paso de gelatinización que requiere temperaturas entre 70 °C y 110 °C. El paso donde se adicionan las amilasas se conoce como licuefacción, y su objetivo es reducir la viscosidad de la solución mediante la hidrólisis parcial del almidón (Quintero, Montoya, & Gutiérrez, 2010).

2.7. LEVADURAS SACCHAROMYCES CEREVISIAE

Son hongos unicelulares que pertenecen en su mayor parte al grupo de los ascomicetos, al grupo de hongos capaces de formar esporas contenidas en el interior de un asca. El microorganismo más utilizado para la obtención de alcohol es la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, que convierte las hexosas en Etanol en condiciones anaeróbicas, generando 2 moles del compuesto portador de energía en los seres vivos, el adenosín trifosfato (ATP), por cada mol de hexosa consumida además de 2 moles de Etanol (Suarez, 2016).

Este microorganismo tiene también la capacidad de convertir las hexosas en CO₂ aeróbicamente, por lo que en dependencia de las concentraciones de O₂ en el medio de cultivo y de la fuente de carbono, se puede favorecer uno de los dos procesos. Las levaduras tienen la ventaja adicional de tolerar concentraciones relativamente altas de Etanol (hasta 150 g·L⁻¹) (Classen, 2014).

2.8. FERMENTACIÓN

Desde una perspectiva mecanicista, la fermentación es el más simple de los tres procesos y puede definirse como un proceso metabólico productor de energía. Durante la fermentación, el sustrato forma una mezcla de productos finales, algunos de los cuales están más oxidados y otros más reducidos. Los sustratos fermentables no pueden oxidarse ni reducirse fuertemente (Vázquez, 2017).

El microorganismo va aumentando en su concentración en el transcurso del proceso al mismo tiempo que el medio se va modificando y se forman productos nuevos como consecuencia de las actividades anabólicas y catabólicas. Existen distintos tipos de fermentación según los productos obtenidos, los más conocidos son: alcohol etílico, ácido láctico, ácido butírico, ácido cítrico y ácido acético. (Méndez, 2014).

2.9. MICROORGANISMO QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE ETANOL

Las levaduras son los microorganismos más utilizados para la producción de etanol por la vía fermentativa, debido a su alta productividad en la conversión de azúcares a bioetanol y a que se separan mejor después de la fermentación. Además, la producción de toxinas es muy inferior a la de otros microorganismos. Entre las especies más utilizadas están: *Saccharomyces cerevisiae*, *S. ellipsoideus*, *S. anamensis*, *Candida pseudotropicalis*, *S. carlsbergensis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Candida bytyrii*, *Pichia stipatis*, *Schizosaccharomyces pombe* y *Pichia membranaefaciens* (Suárez, Garrido, & Guevara, 2016).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se efectuó en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ubicada en el Km 5 vía Quevedo - El Empalme a una altura de 75msnm, siendo sus coordenadas geográficas 79°21´ de longitud occidental y 1°06´ de latitud sur en el cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos (INIAP, 2018).

El análisis físico químico como pH, °Brix, acidez y grados alcohólicos se realizaron en el laboratorio de (INIAP) y en laboratorio de la UTEQ, el cual está situado en la ciudad de Quevedo, metanol y etanol como acetato de etilo.

La parte organoléptica se evaluó con 75 panelistas no entrenados y se reflejará mediante la aplicación de escala hedónicas de cuatro puntos (donde: 4= me gusta mucho, 3 = me gusta, 2= ni me gusta, ni me disgusta, 1 = no me gusta).

3.2. DURACIÓN

Para la ejecución del desarrollo de esta investigación se realizó en un tiempo de nueve meses el cual se estableció la revisión bibliográfica, recolección de datos, obtención del alcohol, fase de experimentación, tabulación de datos obtenidos en programa estadístico y finalmente la obtención de los resultados.

3.3. FACTORES EN ESTUDIO

- **Factor A:** Variedades de camote.
- **Factor B:** Temperatura de hidrólisis enzimática.

3.4. NIVELES DE LOS FACTORES

Para el desarrollo de esta investigación se consideraron los siguientes niveles en los factores de estudio.

TABLA 1. NIVELES DEL FACTOR.

FACTORES	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
A Variedades de camote	a ₁	Camote Pedrito
	a ₂	Camote Anaranjado
	a ₃	Camote Guayaco morado
B Temperatura de hidrólisis enzimática	b ₁	62°C
	b ₂	72°C

Fuente: Miranda Suárez P. 2021

3.5. TRATAMIENTOS

Tabla 2. Relación de niveles de los factores en estudio.

N°	Tratamiento	Descripción	
		Variedades de camote	Temperatura de hidrólisis enzimática.
1	T1	Camote anaranjado	Temperatura a 62°C
2	T2	Camote anaranjado	Temperatura 72°C
3	T3	Camote pedrito	Temperatura a 62°C
4	T4	Camote pedrito	Temperatura 72°C
5	T5	Camote guayaco morado	Temperatura a 62°C
6	T6	Camote guayaco morado	Temperatura 72°C

Fuente: Miranda Suárez P. 2021

3.6.- DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo de esta investigación se aplicó un arreglo factorial AxB completamente al azar con 6 tratamientos con 3 réplicas dando como total de 18 tratamientos, y como método de comprobación se utilizó la prueba Kruskal-Wallis.

Tabla 3. Descripción del ANOVA.

Fuente de Variación		Grados de libertad
Tratamientos	abc-1	5
A	a-1	2
B	b-1	1
AB	(a-1) (b-1)	2
Error experimental	ab (r-1)	12
Total	abr-1	17

Fuente: Miranda Suárez P. 2021

3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

Se utilizó 18000 g de pulverizado de camote de variedades (anaranjado. Pedrito y morado guayaco) dividido por los 18 tratamientos mismos que de variedades de camote y temperatura de maceración del mosto, el cual se realizó en 6 tratamientos con 3 réplicas.

3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO

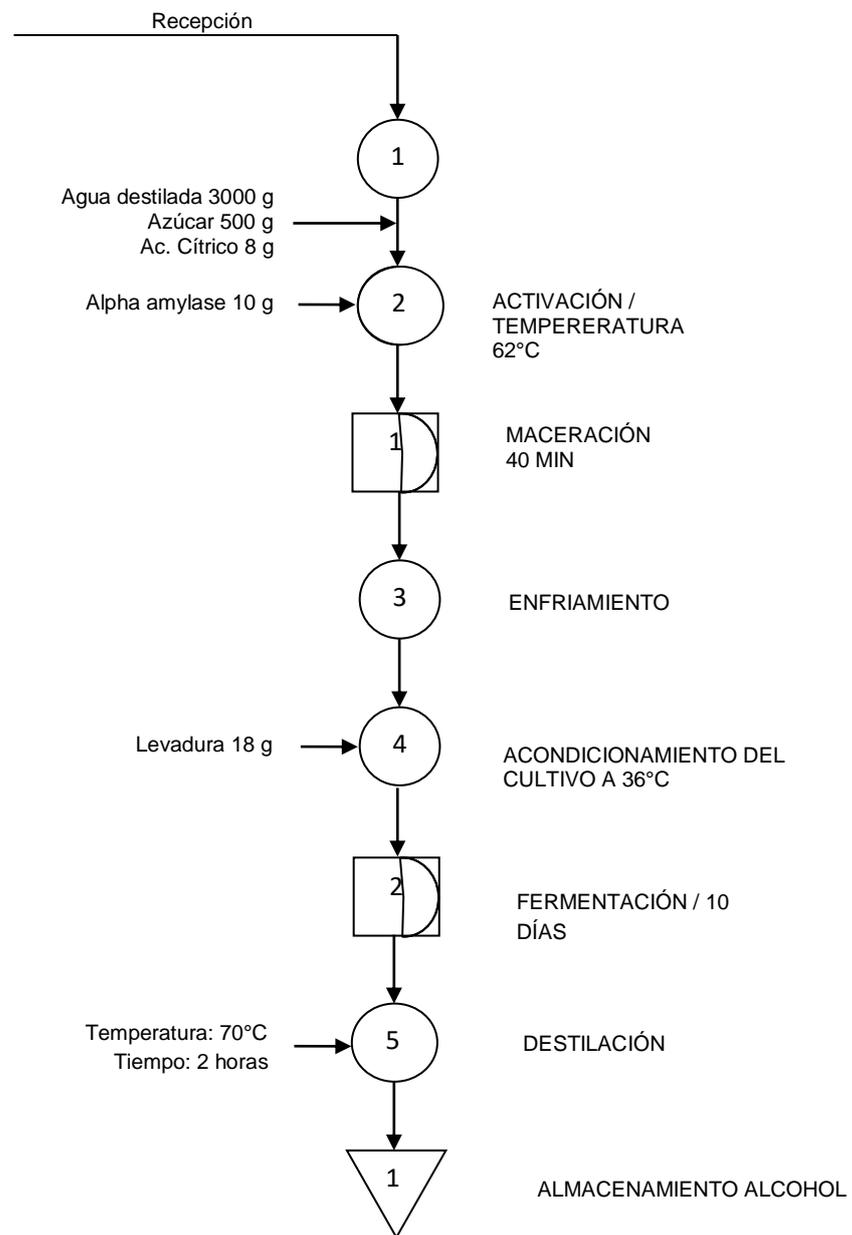
Para el desarrollo de los objetivos de esta investigación se desarrollaron los subsiguientes procesos:

3.8.1. PREPARACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

- **Recepción.** - la materia prima que se utilizó de la provincia de Manabí el cual fue entregada por la EEP – INIAP, inicialmente se deshidrató el camote en un equipo stainless steel dehydrator a temperatura de 65°C por 3 horas tomando en cuenta que el grosor que osciló entre 0.3 a 0.5 mm con una separación de 2 a 4 cm entre una y otra permitiendo obtener un mejor deshidratado, luego se realizó se pulverizó en un molino de alimentos tipo de oscilación de alta potencia por 3 minutos aproximadamente.
- **Activación de la temperatura del mosto.** - se realizó el mezclado de 1000g de pulverizado de camote y se agregó 3000 mL de agua destilada en un recipiente de acero inoxidable y se procedió a la homogenización, a esta se agregó 500 g de azúcar por cada 3000ml de mosto hasta conseguir una cantidad de sólidos solubles a 20°Brix, el cual fue medido por pH-metro digital se agregó 8 g ácido cítrico y se estabilizó el pH a 4,49.
- **Maceración.** – para este proceso se utilizó una hornilla de placa de inducción y un termómetro infrarrojo de marca Kizen LP300, se llevó a temperatura de 62°C, al alcanzar la temperatura indicada se agregó 10 mL de la enzima de marca ANKOM Technology y se dejó reposar hasta obtener la temperatura de 37°C en un fermentador de 25 litros de plástico adaptado con airlock y termómetro.

- **Enfriamiento.** – se dejó enfriar al ambiente por un lapso de 2 horas hasta bajar la temperatura para proceder al siguiente proceso.
- **Acondicionamiento Del Cultivo.** - en un matraz de 125 mL se agregó 20 mL agua destilada y se tomó con un termómetro infrarrojo de marca Kizen LP300 cuando el agua destilada alcanzó una temperatura de 36°C y se procedió a diluir la levadura aproximadamente 15 minutos para activar la levadura con un termómetro infrarrojo de marca Kizen LP300.
- **Fermentación.** - para este proceso se realizó en un tanque fermentador de plástico de 5 galones acondicionado de airlock para el control del ambiente se utilizó un termohigrómetro a una temperatura oscilando entre 22 a 25°C en un área protegido por la luz y fue por un lapso de 10 días.
- **Destilación.** – se realizó previamente el proceso de filtrado con un lienzo para separar lo sólido y el líquido posteriormente se procedió a realizar la destilación con equipos y materiales de laboratorio como: manta de calentamiento para balón de 1000 mL, balón de 1000mL, Termómetro Celsius 300mm, Columna de destilación, 24/40 200mm, matraz de 250 mL, refrigerante serpentín 250mm, el proceso de destilación de simple a una temperatura de 75°C por 2 horas aproximadamente. Luego del proceso de la destilación se procedió a realizar por método alcoholímetro Gay Lussac, mediante una probeta de 1000mL, se vierte en la probeta el alcohol destilado a una temperatura de 20 °C y se introduce el alcoholímetro y se procede a leer.
- **Almacenamiento.** - el alcohol se almacenó en botellas de vidrio hasta el proceso de evaluación sensorial.

Figura 1. DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DEL ALCOHOL DE CAMOTE.



3.9. VARIABLES A MEDIR

3.9.1. pH.- De acuerdo con la norma Inen 389, se utilizó el equipo Apera LLC-AI501 Benchtop Lab (Potenciómetro) para el proceso del mosto y producto final, según la metodología propuesta será mediante el siguiente proceso:

- En un vaso de precipitación de 100 mL se coloca la muestra aproximadamente 30 mL a 25°C.
- Para determinar el pH de la muestra por lectura directa se introduce el electrodo del potenciómetro de marca Apera en el vaso de precipitación con la muestra y se procede a dar lectura.

3.9.2. °Brix. - este análisis se realizó con un refractómetro de la marca MILWAUKEE'S Instruments MA871, se agregó de 2-3 gotas de muestra, se reporta el valor, de acuerdo con la norma a todos los 8 tratamientos y sus respectivas replicas.

3.9.3. ACIDEZ TITULABLE

Con la norma Inen 341, se desarrolló con los siguientes materiales: matraz Erlenmeyer, bureta volumétrica, soporte universal, fenolftaleína, hidróxido de sodio 0,1N, según la metodología propuesta será mediante el siguiente proceso:

- Colocar 250 cm³ de agua destilada, recientemente hervida y neutralizada, en un matraz Erlenmeyer de 500 cm³ y añadir 25 cm³ de muestra
- Para la titulación se agrega 5 gotas de solución de fenolftaleína a la muestra.
- Con la bureta volumétrica de 25 mL se procede a titular.

Para la acidez total en bebidas alcohólicas destiladas se determina utilizando la ecuación siguiente:

$$AT = 2,4 \frac{V1}{G}$$

Siendo:

AT= acidez total, expresadas como ácido acético, en gramos por 100 cm³ de alcohol anhidro.

V1= volumen de solución 0,1 N de dióxido de sodio usado en la titulación, en centímetros cúbicos

G= grado alcohólico de la muestra.

3.9.4. GRADOS ALCOHÓLICOS

Para la determinación de los grados alcohólico, se utilizó una probeta de 500mL, y el alcoholímetro Gay Lussac con la norma Inen 340, según la metodología propuesta será mediante el siguiente proceso:

- Se procedió a lavar la probeta de vidrio aproximadamente dos veces para obtener la temperatura del mismo a la muestra.
- Llenó la probeta con la muestra destilada hasta unos 5 cm por debajo de su borde.
- Para la lectura de la temperatura de la muestra destilada se realizó con un termómetro de mercurio marcado con divisiones de décimas de grado entre 0°C hasta 150°C.
- Se lavó y se secó el alcoholímetro de vidrio volumétrico evitando que cualquier cuerpo extraño fijado en la superficie podría variar alterando los valores de la lectura.
- Se introdujo cuidadosamente en la bureta con la muestra destilada el alcoholímetro y se esperó aproximadamente unos minutos.
- Se procedió a dar lectura al verificar las paredes del alcoholímetro el valor indicado verificando con la línea de flotación.

3.9.5. METANOL Y PROPANOL. - se realizó mediante la norma Inen 2014, según la metodología propuesta será mediante el siguiente proceso:

Para preparar esta solución pipetear 1 mL de los componentes (metanol, propanol), a continuación en un matraz aforado de 100 mL que contenga aproximadamente 60 mL de solución de etanol, para reducir al máximo la evaporación de los componentes, enrasar con solución de etanol (Para preparar esta solución colocar 400 mL de etanol absoluto o de alcohol etílico extra neutro

libre de congéneres en un matraz de 1000 mL y enrasar con agua destilada de grado analítico hasta llegar al volumen del matraz y mezclar bien) y mezclar cuidadosamente. Medir la masa del matraz vacío y después de la adición de cada componente (metanol, propanol), así como la masa final total.

3.9.6. ANÁLISIS SENSORIAL

Mientras que las características organolépticas se evaluaron con 75 catadores no entrenados, en un vaso de material plástico se ubicaron 5 ml de cada uno de los tratamientos donde las muestras fueron sujetas a los siguientes criterios: Color, Olor, Apariencia y Sabor a través de una escala hedónica como se muestra en el anexo 1, estas características fueron evaluadas después de 4 días de la aplicación.

Mientras que las características organolépticas se evaluaron con 20 catadores no entrenados, en un vaso de material plástico se ubicaron 10 ml de cada uno de los tratamientos donde las muestras fueron sujetas a los siguientes criterios: Color, Olor, Apariencia y Sabor a través de una escala hedónica como se muestra en el anexo 1, estas características fueron evaluadas después de 4 días de la aplicación.

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se realizaron las siguientes pruebas:

Para el análisis de datos se utilizó el programa InfoStat, el método estadístico de Kruskal-Wallis. Con los datos obtenidos se determinó la temperatura de la Actividad enzimática (62 y 72°C) en el proceso de fermentación con las variedades de camote (pedrito, anaranjado y morado guayaco), se reportó los resultados de Acidez, pH, Grados Alcohólicos, Metano y Etanol de acuerdo con las normas Inen, efectuando un promedio de las tres repeticiones. Prueba de Tukey nivel de significancia ($p < 0,05$) se realizó para establecer la diferencia significativa entre tratamientos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Previo al análisis de resultados se realizaron los supuestos del ANOVA (tabla 4). La variable pH cumplió tanto con el supuesto de normalidad como de homogeneidad siendo analizada por vía paramétrica, las demás variables no cumplieron y por ende se realizó análisis no paramétrico.

Tabla 4. Supuestos del ANOVA para las variables en estudio

Variables	Shapiro-Wilk			Levene	
	Estadístico	gl	Sig	Estadístico	Sig.
pH	0,95	18	0,6936	0,359	0,0703
Brix	0,73	18	0,000	--	--
Acidez Grados	0,54	18	0,000	--	--
Alcohólicos	0,59	18	0,000	--	--

4.1.1. pH

En el Anova para la variable pH (Tabla 5), se observa diferencia estadística altamente significativa para el factor A ($p < 0,05$), es decir que las variedades de camote si influyeron significativamente en el pH de la bebida alcohólica destilada.

Tabla 5. Anova para la variable pH

Fuente de Variación	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig
Total	17				
Factor A: Variedades de camote	2	0,0034	0,0428	7,4608	0,0078**
Factor B: Temperaturas de maceración del mosto	1	0,0032	0,0032	0,5576	0,4696 ^{NS}
Factor A*Factor B: Variedades de camote* Temperaturas de maceración del mosto	2	0,0034	0,0034	0,5837	0,5729 ^{NS}
Error	12	0,0057			

** Altamente significativo

^{NS} No significativo

Según Túqueres (2015), el ácido que predomina en el camote es el cítrico, y normalmente el cambio de pH de productos obtenidos del camote dependerá mucho de la variedad. Esta variabilidad también se atribuye a la disminución de ATT (Acidez Titulable Total) causada por la solubilidad del fruto (dependiendo de la variedad), al momento de la activación (temperatura) con enzimas.

Mediante prueba de Tukey (Tabla 6), se obtuvieron dos subconjuntos homogéneos para los niveles del Factor A. El nivel a2 (camote anaranjado) obtuvo un valor promedio de pH de 4,5800; el nivel a3 (camote guayaco morado) un valor de 4,5083 y finalmente el nivel a1 (camote pedrito) un valor de 4,4117, siendo el mejor promedio el camote anaranjado.

Tabla 6. Prueba de Tukey para el factor A de la variable pH

Factor A: Variedades de camote	N	Subconjuntos Homogéneos	
		1	2
a2	6	4,5800	a2
a3	6	4,5083	a3
a1	6		a1
Sig.		0,0309	Sig.

El valor de pH idóneo para el alcohol obtenido a partir de camote, está entre un rango de 4 y 4,58, debido a que en este medio relativamente ácido es ajustado el mosto de camote para que la levadura logre trabajar (Sánchez, 2020). Así mismo Cantos et al. (2018) en su investigación sobre producción de alcohol a partir de batata, establece que el pH idóneo es de 4,5, valor que obtuvo el nivel a3 correspondiente a la variedad de camote guayaco morado, lo que coloca a este nivel como el mejor para la variable de pH.

4.1.2. BRIX

En la tabla 7 se observa que para la variable °Brix no hay diferencia significativa en ninguno de los factores, ni en la combinación de ambos (A*B).

Tabla 7. Prueba de Kruskal-Wallis para la variable °Brix

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Factor A	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,0902	Retener la hipótesis nula
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Factor B	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,6669	Retener la hipótesis nula
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Tratamientos	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,2223	Retener la hipótesis nula

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0,05

Es posible que los resultados obtenidos para la variable °Brix se deban a la hidrólisis enzimática de la glucosa y fructuosa presente en el camote (independientemente de su variedad) con la α -amilasa, lo que según Túqueres (2015) aumenta los sólidos solubles de la bebida alcohólica.

Por otra parte, es importante destacar que, en una bebida alcohólica destilada a partir de un tubérculo fresco como el camote, obtener valores de 10 a 22 °Brix es considerado satisfactorio. No obstante, si se obtienen resultados fuera de este rango, las levaduras podrían actuar de forma adversa. Los promedios obtenidos en °Brix dentro de la presente investigación, se encuentran dentro del rango citado anteriormente (Tabla 8). Siendo el tratamiento T2 presenta mejor promedio.

Tabla 8. Valores promedios de °Brix obtenidos en la bebida alcohólica destilada a partir de camote

Tratamientos	N	Promedio	E.E.
T4	3	13,667	0,2776
T5	3	14,000	0,2776
T3	3	14,333	0,2776
T6	3	14,333	0,2776
T1	3	14,633	0,2776
T2	3	14,667	0,2776

4.1.3. ACIDEZ

La prueba de Kruskal-Wallis para la variable acidez (Tabla 9), determinó que ninguno de los factores en estudio, ni la combinación de ambos resultó significativo ($p_{>0,05}$). Según Cueva y Pazos (2015) los promedios no significativos entre tratamientos pueden estar relacionados a que la acidez en bebidas alcohólicas destiladas a partir de tubérculos frescos como el camote, depende específicamente del pH lo que tiene una relación inversa con la acidez, puesto que la alfa amilasa es una enzima altamente sensible en medios ácidos elevados y se inactiva a pH menores a 3.3.

TABLA 9. PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS PARA LA VARIABLE ACIDEZ

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Factor A	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,8214	Retener hipótesis nula
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Factor B	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,6627	Retener hipótesis nula
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Tratamientos	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,8214	Retener hipótesis nula

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0,05

La NTE INEN 368 para bebidas alcohólicas, establece un valor de acidez máximo de 0,2. Los valores obtenidos para la variable acidez dentro de la presente investigación se encuentran por debajo del valor máximo establecido por la norma, en la gráfica 1.

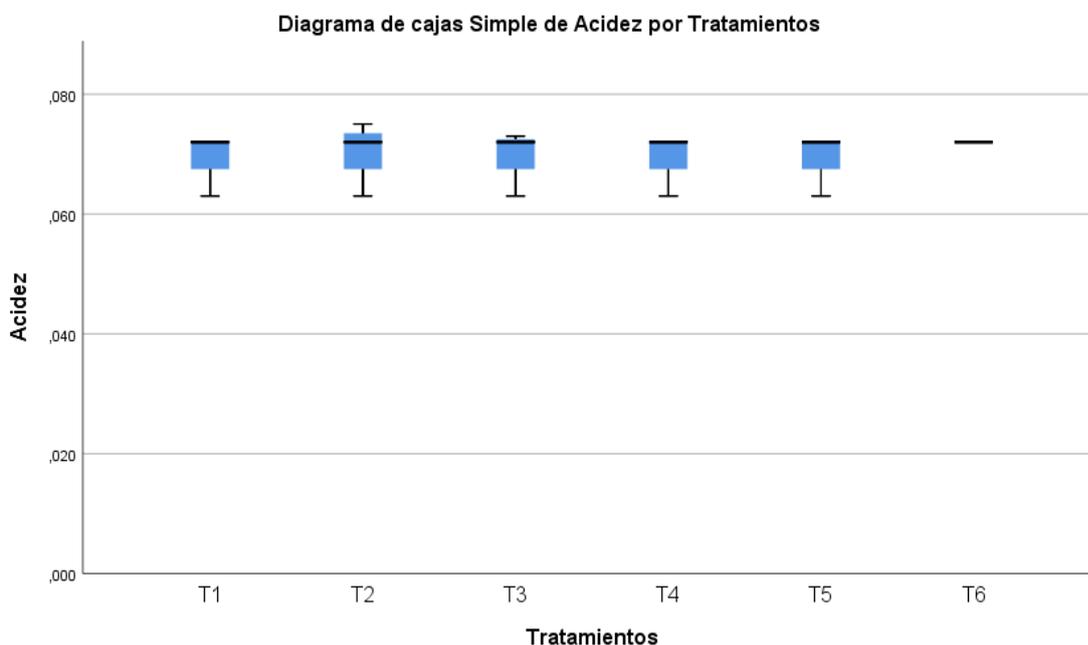


GRÁFICO 1. DIAGRAMA DE CAJA Y BIGOTES PARA LOS TRATAMIENTOS DE LA VARIABLE ACIDEZ

Se presenta el Diagrama de caja y bigotes para los tratamientos, representando una variabilidad en todos los tratamientos de acuerdo a la acidez, los valores existentes se encuentren entre el (0,063% – 0,072%) dando la aceptabilidad a la normativa arriba antes mencionado.

4.1.4. GRADOS ALCOHÓLICOS

La prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 10), indicó diferencia estadística para el factor A (variedades de camote) y para tratamientos (p -valor < 0,05), con respecto a la variable grados alcohólicos.

Tabla 10. Prueba de Kruskal-Wallis para la variable Grados Alcohólicos

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de Grados Alcohólicos es la misma entre las categorías de Factor A	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,0002	Rechazar la hipótesis nula
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de Grados Alcohólicos es la misma entre las categorías de Factor B	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,0687	Retener hipótesis nula
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de Grados Alcohólicos es la misma entre las categorías de Tratamientos	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,0010	Rechazar la hipótesis nula

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0,05

En la Tabla 11, se analiza el factor A (variedades de camote) mediante subconjuntos homogéneos de Kruskal-Wallis, se obtuvo un menor rango promedio para el nivel a3 (camote guayaco morado), mientras que el nivel a2 (camote anaranjado) obtuvo el mayor promedio en la variable grados alcohólicos.

Tabla 11. Subconjuntos homogéneos de Kruskal-Wallis para el factor variedades de camote (Factor A) de la variable grados alcohólicos

		Subconjunto	
		1	2
Muestra¹	a2	50,00	50,00
	a3	41,66	
	a1		45,00
Sig.		0,0002	0,254

Los subconjuntos homogéneos se basan en significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0,05

¹Cada casilla muestra el rango promedio de muestras de Grados Alcohólicos

En la gráfica 2, se presenta el Diagrama de caja y bigotes para los tratamientos, representando una variabilidad en todos los tratamientos de acuerdo a los grados

alcohólicos, existiendo valores entre (40-50°) Estos resultados pueden estar relacionados a lo especificado por Cantos et al. (2017), quien menciona que la variedad de camote pedrito tiene mejor eficiencia en producción de alcohol al ser comparado por la variedad de camote morado. El camote morado tiene un mayor contenido de almidón, por ello tarda mucho más en convertir los polisacáridos en azúcares reductores, para luego ser transformados en alcohol. Por el contrario, la variedad de camote pedrito posee mayor contenido de azúcares reductores, por lo que es más fácil y rápida la conversión en alcohol.

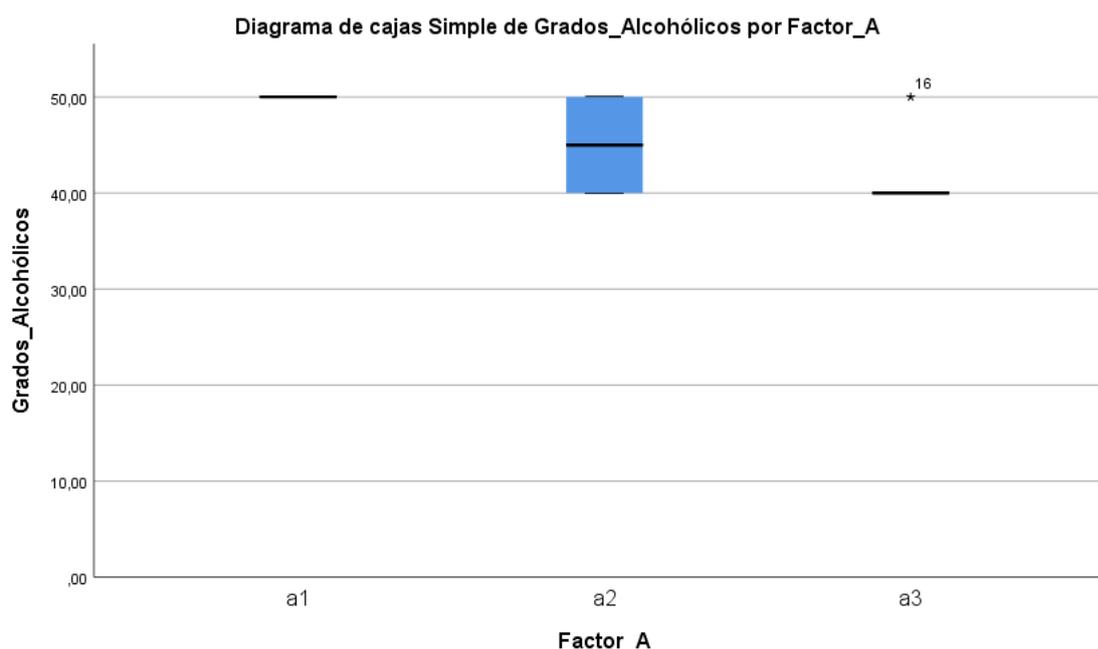


GRÁFICO 2. DIAGRAMA DE CAJA Y BIGOTES PARA LOS NIVELES DEL FACTOR A DE LA VARIABLE GRADOS ALCOHÓLICOS

El análisis de Subconjuntos homogéneos de Kruskal-Wallis, permitió identificar tres grupos entre tratamientos para la variable grados alcohólicos (Tabla 12).

Tabla 12. Subconjuntos homogéneos de Kruskal-Wallis para tratamientos de la variable grados alcohólicos.

		Subconjunto		
		1	2	3
Muestra¹	T4	40,00		
	T5	40,00	40,00	
	T6	43,00	43,00	43,00
	T1		50,00	50,00

	T2		50,00
	T3		50,00
Estadístico de contraste	2,000	5,600	6,600
Sig. (prueba 2lateral)	0,368	0,061	0,086
Sig. Ajustada (prueba 2lateral)	0,600	0,118	0,126
Los subconjuntos homogéneos se basan en significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0,05			
¹ Cada casilla muestra el rango promedio de muestras de Grados Alcohólicos			

La NTE INEN 368 establece para bebidas alcohólicas un grado alcohólico mínimo de 39 y máximo de 54. Todos los tratamientos evaluados se encontraron dentro de este rango establecido, tal y como se observa en el gráfico 2.

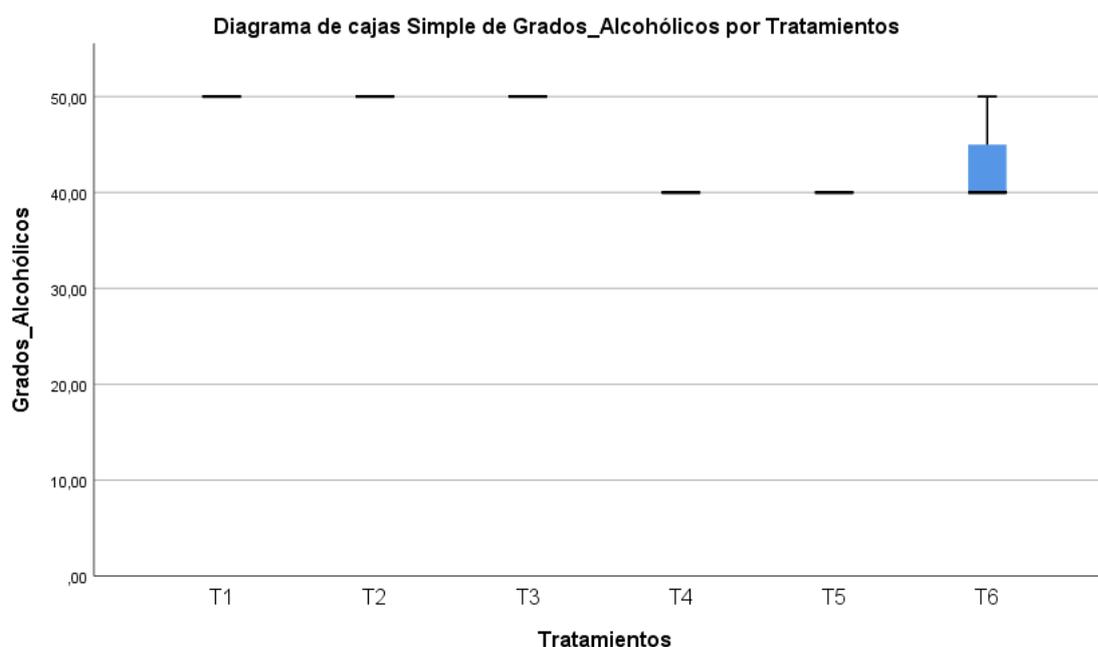


GRÁFICO 3. DIAGRAMA DE CAJA Y BIGOTES PARA LOS TRATAMIENTOS LA VARIABLE GRADOS ALCOHÓLICOS

Es importante destacar que el grado de alcohol idóneo en bebidas alcohólicas destiladas es de 45, debido a que, si este grado de alcohol se encuentra por encima de 50, se debe añadir agua destilada para rebajar el grado de alcohol y volver a 45. Ninguno de los tratamientos evaluados cumple con este valor, sin embargo, los tratamientos T4, T5 y T6 poseen un grado de alcohol de 40 (Chamorro, 2021).

4.2. ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó mediante la participación de 75 personas predispuestas a colaborar en la investigación, entregándose una hoja con 4 parámetros, que consta de una escala hedónica del 1 al 4 la cual menciona lo siguiente (1.-No me gusta; 2.- Ni me gusta ni me disgusta; 3.- Me gusta; 4.- Me gusta mucho), dando como resultado en el parámetro olor, color, sabor, apariencia el tratamiento 4 como mejor tratamiento.

Tabla 13. Prueba de Kruskal-Wallis para el Análisis Sensorial.

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de Color es la misma entre las categorías de Tratamientos	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,0269	Rechazar la hipótesis nula
La distribución de Olor es la misma entre las categorías de Tratamientos	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,0557	Rechazar la hipótesis nula
La distribución de Sabor es la misma entre las categorías de Tratamientos	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,0366	Rechazar la hipótesis nula
La distribución de Apariencia es la misma entre las categorías de Tratamientos	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,0346	Rechazar la hipótesis nula

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0,05

En la tabla 13, se menciona la prueba de Kruskal- Wallis la cual se puede identificar que en cuanto al color se rechaza la hipótesis nula con una significancia de (0,0269); referente al olor se puede identificar que se rechaza la hipótesis nula con una significancia de (0,0557); en lo que concierne al sabor, los catadores consideran que los tratamientos no son los mismos por lo que de acuerdo a la

significancia (0,0366) se rechaza la hipótesis nula; en cuanto a la apariencia de las bebidas alcohólicas la significancia es de (0,0346) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, esto quiere decir que los tratamientos de acuerdo a la apariencia no son los mismos.

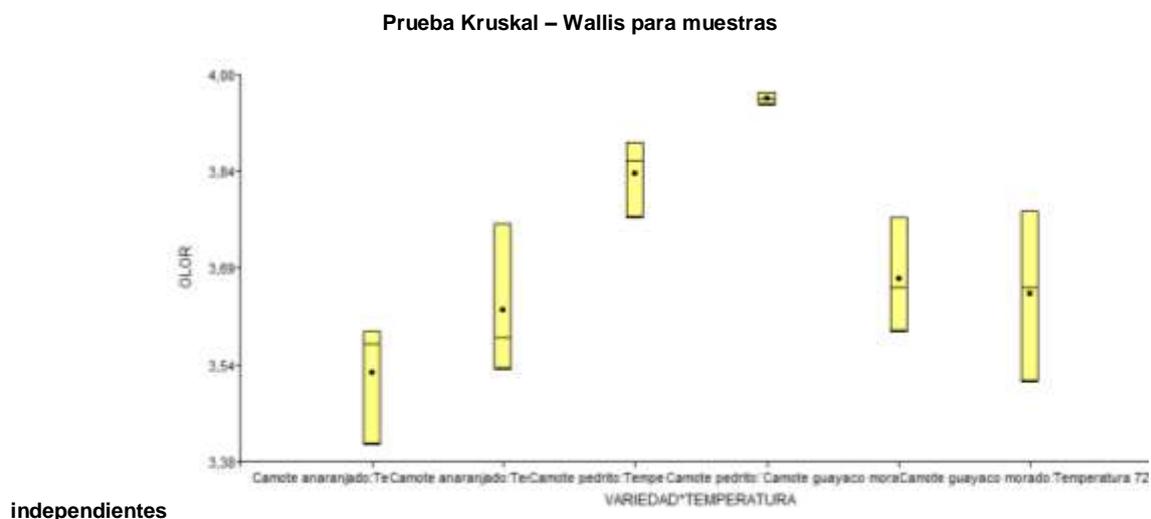


GRÁFICO 4. DIAGRAMA DE CAJA Y BIGOTES PARA EL ATRIBUTO OLOR DEL ANÁLISIS SENSORIAL.

En la gráfica 4, se aprecia la expresión de los 75 panelistas la cual manifestaron según su percepción sensorial, que el tratamiento 4 (camote pedrito temperatura 72°C) con la puntuación de me gustó mucho, siendo un promedio de (3,96) y con menor número de aceptación el tratamiento T1 (camote anaranjado temperatura 62°C) con un valor de (3,57).

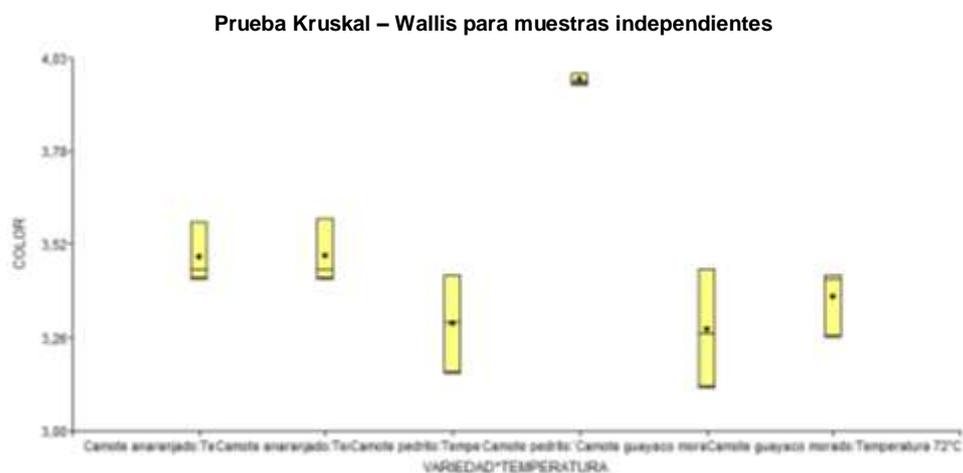


GRÁFICO 5. DIAGRAMA DE CAJA Y BIGOTES PARA EL ATRIBUTO COLOR DEL ANÁLISIS SENSORIAL.

En la gráfica 5, se expresan las preferencias de los 75 panelistas la cual manifestaron en cuanto al color, que el tratamiento 4 (camote pedrito temperatura 72°C) con la puntuación de me gustó mucho, siendo un promedio de (3,99) y con menor número de aceptación el tratamiento T5 (camote guayaco morado temperatura 62°C) con un valor de (3,12).

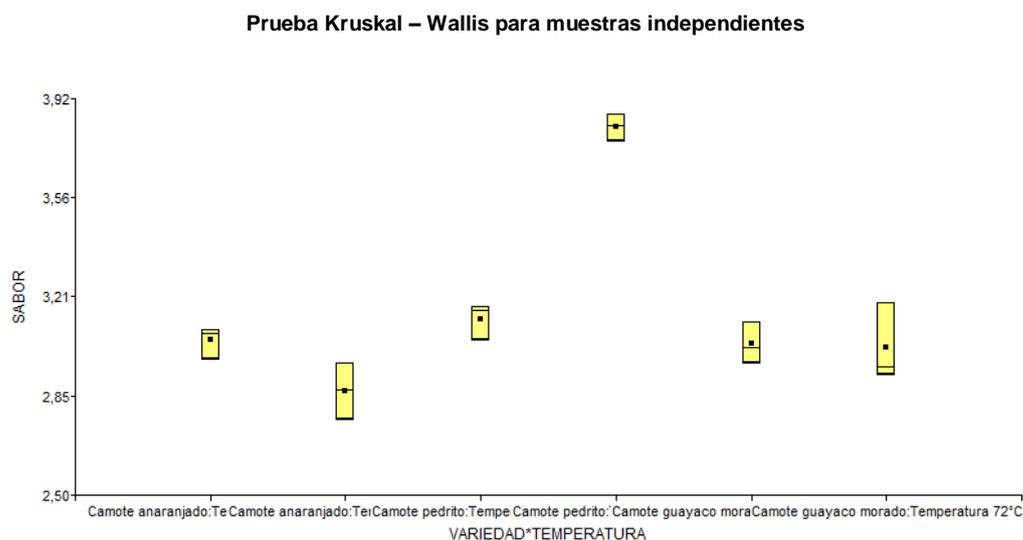


GRÁFICO 6. DIAGRAMA DE CAJA Y BIGOTES PARA EL ATRIBUTO SABOR DEL ANÁLISIS SENSORIAL.

En la gráfica 6, se expresan las preferencias de los 75 panelistas la cual manifestaron en cuanto al sabor, que el tratamiento 4 (camote pedrito temperatura 72°C) con la puntuación de me gustó mucho, siendo un promedio de (3,86) y con menor número de aceptación el tratamiento T2 (camote anaranjado temperatura 72°C) con un valor de (2,77).

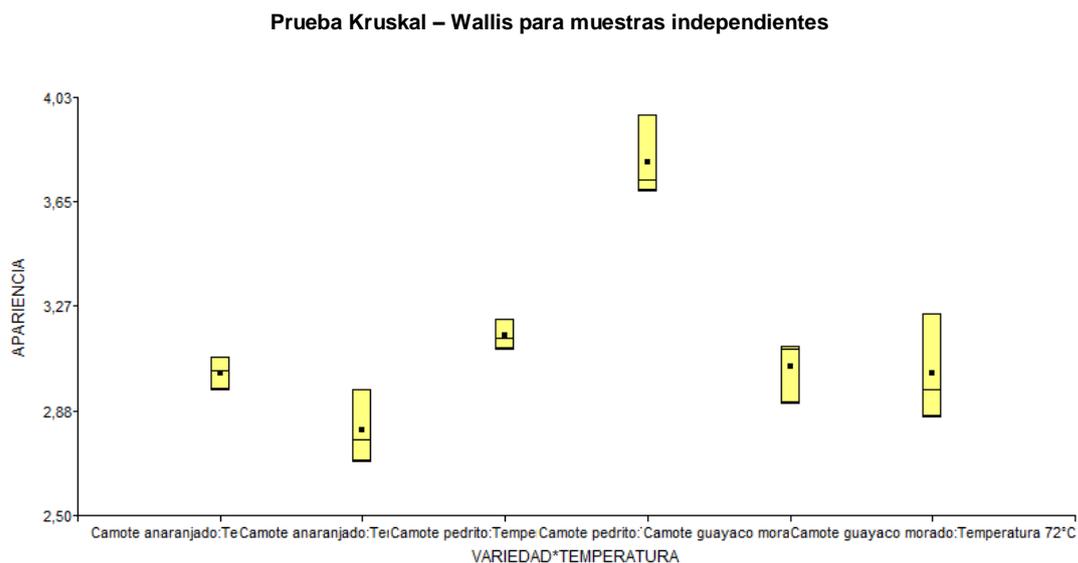


GRÁFICO 7. DIAGRAMA DE CAJA Y BIGOTES PARA EL ATRIBUTO APARIENCIA DEL ANÁLISIS SENSORIAL.

En la gráfica 7, se expresan las preferencias de los 75 panelistas la cual manifestaron en cuanto al sabor, que el tratamiento 4 (camote pedrito temperatura 72°C) con la puntuación de me gustó mucho, siendo un promedio de (3,97) y con menor número de aceptación el tratamiento T2 (camote anaranjado temperatura 72°C) con un valor de (2,70).

4.3. METANOL Y PROPANOL

En la tabla 14, se muestran las características fisicoquímicas evaluadas en la bebida alcohólica, correspondiente al T4 (variedad de camote pedrito, 72 °C en maceración), donde se puede evidenciar que en cuanto al contenido de metanol presente (7,3 mg/100 ml de alcohol absoluto), los resultados son satisfactorios, debido a que se encuentra dentro del rango establecido (máx. 10 mg/100 ml de alcohol absoluto) por la INEN 1837 (2016).

Sánchez (2020) manifiesta que este parámetro es de gran importancia evaluar, por la toxicidad que presenta el compuesto, debido a que si las bebidas contienen niveles superiores pueden generar riesgos para el consumidor, como, por

ejemplo: intoxicación, afectaciones al sistema nervioso central, afecciones oculares, afecciones gastrointestinales o incluso la muerte.

Por otra parte, en relación al contenido de propanol en la bebida, este presentó un 8,4 mg/100 ml de alcohol absoluto, valor que se encuentra dentro de lo establecido por la INEN 370 (2017), la misma que plantea que este tipo de bebida debe contener como máximo 150 mg/100 ml de alcohol absoluto.

Desde el punto de vista de Hidalgo y Hattaa (2016), el propanol a concentraciones normales, es inodoro, pero contribuye a las características del alcohol mismo. Es así, que concentraciones elevadas pueden incidir significativamente en las características sensoriales del producto final.

A su vez, Acuario y Infante (2017) argumentan que se ha demostrado mediante diversas investigaciones que las concentraciones elevadas de propanol son bastantes dañinas para la salud. Por tal motivo, tomando en consideración lo detallado, se establece que la bebida elaborada (correspondiente al T4), es apta para el consumo humano.

Tabla 14. Análisis de metanol y propanol en el tratamiento 4 (variedad de camote pedrito, 72 °C en maceración).

Parámetro	Resultado	Unidad	Norma INEN 1837 (2016) y 370 (2017)	
			Min	Max
Metanol	7,3	mg/100 ml de alcohol absoluto	-	10
Propanol	8,4	mg/100 ml de alcohol absoluto	-	150

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los análisis tanto físico-químicos como sensoriales en su mayoría indicaron que el tratamiento 4 obtuvo el mayor puntaje, es decir que la mejor temperatura de maceración del mosto variedad de camote pedrito, 72 °C.
- La caracterización físico-química del alcohol de camote, mostró que se pudo obtener un alcohol de buena calidad, que se puede utilizar el producto final cumpliendo con los parámetros analizados de acuerdo a las normas INEN 386.
- En el análisis de pH la variedad guayaco morado resultó ser la mejor en comparación con las otras variedades en estudio, debido a que esta posee la mayor disminución de ATT (Acidez Titulable Total) al momento de la hidrólisis enzimática, logrando obtener el valor de pH idóneo.
- Dentro del análisis sensorial realizado por el panel de catadores no entrenados, se logró evidenciar que el mejor tratamiento fue el T4 (variedad de camote pedrito, 72 °C en maceración), el cual reflejó la mejor puntuación de aceptabilidad.

5.2. RECOMENDACIONES

- Profundizar investigaciones relacionadas con este tema y de esta manera poder mejorar tanto sus características físico-químicas como organolépticas y su posible uso a una escala industrial mundial.
- Utilizar la variedad de camote Pedrito usando una temperatura adecuada en las investigaciones a realizar, siendo este fue el tratamiento que arrojó mejores resultados en los diferentes análisis.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuario, L., & Infante, J. (2017). *Caracterización del proceso artesanal de la bebida tradicional denominada pájaro azul, en la parroquia Facundo Vela, cantón Guaranda, provincia Bolívar*. Obtenido de <http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/1856>
- Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (ipomoea batatas). *Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales – UPEC(N°6)*, 7.
- Bastías, M. J. (2016). La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos. *R Ch Nut*.
- Cantos-Lopes, Amanda, Vilela-de Resende, Juliano Tadeu, Machado, José, Perez-Guerra, Edson, & Vilela-Resende, Nathalia. (2018). Alcohol production from sweet potato (Ipomoea batatas (L.) Lam.) Genotypes in fermentative medium. *Acta Agronómica*, 67(2), 231-237.
- Cantoral, E., Chavez, A., & Flores, A. (2020). Nueva variedad de camote (Ipomoea batatas L. Lam.) Con mejores características agronómicas y comerciales. *Scientia Agropecuaria*, Vol.11 (N°.1).
- Chamorro, D. (2021). Evaluación de la producción de vodka artesanal “La Destilería”, haciendo uso de passiflora edulis (maracuyá) como fruta adicional. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8314/1/6151520-2021-1-IQ.pdf>.
- Castillo, R., Brenes, A., Esker, P., & Gómez, L. (2014). Evaluación agronómica de trece genotipos de camote (Ipomoea batatas L.). *Agronomía Costarricense*.
- Classen, P. V. (2014). Utilisation of biomass for the supply of energy. 741-755. Obtenido de *Applied Microbiology and Biotechnology*.
- Cobeña, G., Cañarte, E., Mendoza, A., Cárdenas, F., & Gusmán, A. (2017). *Manual técnico del cultivo de camote*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4789/3/iniapeepm106.pdf>.
- Cobeña, G., Zambrano, J., Cárdenas, M., Zambrano, E., & Ramírez, C. (2017). Incidencia de poblaciones de siembra y longitudes de guía en rendimiento de variedades de camote. *Revista espamciencia*, vol. 18(num. 1).

- Cueva, J y Pazos, C. (2015). Obtención de alcohol a partir de camote de pulpa anaranjado. (*Ipomea batata* L). Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/154/BC-TES-3885.pdf?Sequence=1&isallowed=y>.
- Domínguez, F. (2020). “*Evaluación de la producción de alcohol etílico a base de papa china (Colocasia esculenta), utilizando el método germinativo del tubérculo*”. Obtenido de <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/895/1/T.%20AGROIN.%20B.%20UEA.%20%202132.pdf>.
- García, A., & Pacheco, E. (2009). Hidrólisis enzimática in vitro y microscopía electrónica de la harina horneada y extruídida de arracacha. *Agronomía Tropical, Vol. 59*(Num. 3).
- Cobeña, G., E. C. (2017). Manual técnico del cultivo de camote. *Hums Editorial*, 48-51-53.
- González, V. (2015). *Repositorio Universidad Técnica de Machala*. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2865/1/CD000002-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>
- Hidalgo, Y., & Hattaa, B. (2016). Influencia del nivel de fermentación del vino base sobre algunos compuestos volátiles del pisco. *Revista Social de Química Perú, 82*(2), 128-141.
- Ibrahium, M. (2014). Effect of replacement of wheat flour with mushroom powder and sweet potato. *Curr. Sci. Int.*
- INEN 1837. (2016). *Bebidas alcohólicas. Licores. Requisitos*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1837-2.pdf.
- INEN 370. (2017). *Bebidas alcohólicas. Anisado. Requisitos*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_370-4.pdf.
- INIAP-SENACYT. (2003). Misceláneo. (Num. 158), 78.
- Jijón, P. (21 de octubre de 2016). *El camote, alternativa agroindustrial*. Obtenido de <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/409808-el-camote-alternativa-agroindustrial/>
- Lizarazo, S., Hurtado, G., & Rodríguez, L. (2015). Análisis técnico económico de la producción de bioetanol a partir de papa a nivel de laboratorio en Boyacá. *Revista colombiana de ciencias hortícolas, Vol. 9*(Num. 1), 98-99.

- Melédez, L., & Hirose, X. (2018). Patrones culinarios asociados al camote (*Ipomoea batatas*) y la yuca (*Manihot esculenta*) entre los mayas yucatecos, ch'oles y huastecos. *Estudios de cultura maya*, Vol.52.
- Mendez, A. (2014). *Departamento de Agricultura*. Obtenido de <http://quimica.laguia2000.com/general/fermentacion-alcoholica>
- Murillo, M., Alvis, A., & Arrazola, G. (2020). Propiedades físico-químicas y funcionales del almidón obtenido de dos variedades de batata (*Ipomea batatas*). *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, Vol. 19(Num. 1).
- Paredes, D. (2014). *Recolección y caracterización morfológica y molecular de la colección nacional de camote (Ipomoea batata (L) Lam.)*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/9739/1/T-ESPE-048130.pdf>.
- Plaza, J., Martínez, O., & Gil, Á. (2013). Los alimentos como fuente de mono y disacáridos: aspectos bioquímicos y metabólicos. *Nutrición Hospitalaria*, Vol.28.
- Quintero, M., Montoya, O., & Gutiérrez, P. (2010). Purificación y caracterización de una α -amilasa producida por la cepa nativa *Bacillus* sp. BBM1. *Dyna rev.fac.nac.minas*, Vol. 77(Num. 162).
- Ramírez Ramírez, J., & Ayala Aceves, M. (2014). Enzimas: ¿qué son y cómo funcionan? *Rdu revista digital Universitaria*, 1-2.
- Revelo, J. (2014). Prefactibilidad de la producción y comercialización de camote. *Agronegocios Avalúos y Catastros*, 1-4.
- Reyes, J. (2015). *Aprovechamiento de cultivos andinos camote (ipomoea batata) y oca (oxalis tuberosa) en el mejoramiento de la textura de una compota a base de manzana variedad emilia (Malus communis – Reineta amarilla de Blenheim)*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/15888/1/AL%20595.pdf>.
- Rojo, R., Mendoza, G., & Crosby, M. (2001). Uso de la amilasa termoestable de *Bacillus licheniformis* en la digestibilidad in vitro del almidón de sorgo y maíz. *Agrociencia*, Vol. 35(Núm. 4).
- Sacón, E., Bernal, I., Dueñas, A., Cobeña, G., & López, N. (2016). Reología de mezclas de harinas de camote y trigo para elaborar pan. *Tecnología Química*, Vol. 36(Núm. 3).

- Sacón, E., Rivadeneira, G., Dueñas, A. A., Zambrano, J., & López, N. (2016). Evaluación de las propiedades elásticas y mecánicas de una masa de pan con sustitución de harina de camote (*Ipomoea batata*). *Revista Centro de Azúcar*, Vol. 43.
- Sánchez, D. (2020). *Bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote (Ipomoea batata L.) Contenido de metanol de la bebida alcohólica de variedades de camote*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5260>
- Suárez, C., Garrido, A., & Guevara, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, Vol. 50(Núm. 1).
- Suarez, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 3-6.
- Telégrafo, E. (2014). Obtenido de ww.telegrafo.com.ec/economia/item/cultivo-de-camote-seincrementa-en-el-pais.html.
- Túqueres, A. (2015). Influencia del tratamiento térmico sobre la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de camote (*Ipomoea batata* L.): guayaco morado y toquecita. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14392/1/60906_1.pdf
- Valverde, R., & Moreira, M. (2004). Identificación de virus en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) En Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, Vol. 15(Num. 1), 1-2.
- Vázquez. (2017). Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. *Investigación y Tecnología VIII*, 249-259.
- Vidal, A., Zaucedo, A., & Ramos, M. (2018). Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) Y sus beneficios en la salud humana. *Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 19, núm. 2, 1-3.
- Viñals, M., Bell, A., Michelena, G., & Ramil, M. (2012). Obtención de etanol a partir de biomasa lignocelulósica. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, Vol. 46(Num. 1), 8.
- Wang, S. N. (2016). En p. C. Sweet. *Food Res Int*.
- Zambrano, G., & Machado, A. (2013). *Estudio técnico-económico para la obtención de alcohol a partir del camote (Ipomoea batata)*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1173/1/T-UCE-0017-35.pdf>.

Zambrano, J. (2016). *Estudio agronómico de dos variedades de camote (Ipomoea batatas L).* Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/13972/1/Zambrano%20Demera%20Jos%c3%a9%20Gregorio.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de análisis sensorial



Frente a usted tiene 6 muestras de Alcohol con un código de 3 dígitos. La escala a utilizar es de 1 a 4 puntos (donde: 4= me gusta mucho, 3 = me gusta, 2= ni me gusta, ni me disgusta, 1 = no me gusta), esto con la finalidad de medir las características sensoriales que se encuentran en cada una de estas. Marque con una X, según lo que usted considere mejor.

Código				
Parámetros Evaluados	Puntuación			
	Me gusta mucho	Me gusta	Ni me gusta Ni me disgusta	No me gusta
Color				
Olor				
Sabor				
Apariencia				

Código				
Parámetros Evaluados	Puntuación			
	Me gusta mucho	Me gusta	Ni me gusta Ni me disgusta	No me gusta
Color				
Olor				
Sabor				
Apariencia				

Código				
Parámetros Evaluados	Puntuación			
	Me gusta mucho	Me gusta	Ni me gusta Ni me disgusta	No me gusta
Color				
Olor				
Sabor				
Apariencia				

Código				
Parámetros Evaluados	Puntuación			
	Me gusta mucho	Me gusta	Ni me gusta Ni me disgusta	No me gusta
Color				
Olor				
Sabor				
Apariencia				

Anexo 2. Informe de resultados de análisis físico-químicos (pH, °Brix, Acidez y grados alcohólicos) del alcohol destilado.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTADAL DE QUEVEDO

"La primera Universidad Agropecuaria del País"

INFORME DE RESULTADO

SOLICITADO POR: PEDRO MIRANDA SUAREZ
DIRECCIÓN: QUEVEDO
TELÉFONO: 0967240589
TIPO DE MUESTRA: ALCOHOL
IDENTIFICACIÓN: ALCOHOL - BEBIDA
ALCOHOLICA DESTILADA A PARTIR DE CAMOTE

CÓDIGO: 092GT
FECHA DE RECEPCIÓN: 20/11/2021
FECHA DE ANÁLISIS: 20/11/2021
FECHA DE ENTREGA: 24/11/2021
NUMERO DE MUESTRAS: TRES (18)
CODIGO DE MUESTRA: 1,2,3,4,5,6-36

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS

TRATAMIENTOS	pH			°Brix			Acidez			Grados Alcohólicos		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	4,69	4,50	4,50	15,00	14,9	14,00	0,06	0,07	0,07	50	50	50
2	4,59	4,60	4,51	14,00	15,00	15,00	0,07	0,06	0,07	50	50	50
3	4,32	4,31	4,54	14,00	15,00	14,00	0,06	0,07	0,07	50	50	50
4	4,41	4,40	4,38	13,5	14,00	13,50	0,07	0,07	0,06	40	40	40
5	4,51	4,43	4,49	14,00	14,00	14,00	0,07	0,06	0,07	40	40	40
6	4,49	4,56	4,47	14,00	14,00	15,00	0,07	0,07	0,07	50	40	40


Firma:

ING. AURELIO DAVID ZAPATIER SANTILLAN



Anexo 3. Informe de resultados de análisis físico-químicos (Metanol y Propanol) del alcohol destilado.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

"La primera Universidad Agropecuaria del País"

INFORME DE RESULTADO

SOLICITADO POR: PEDRO MIRANDA SUAREZ
DIRECCIÓN: QUEVEDO
TELÉFONO: 0967240589
TIPO DE MUESTRA: ALCOHOL
IDENTIFICACIÓN: ALCOHOL - BEBIDA
ALCOHOLICA DESTILADA A PARTIR DE CAMOTE
CÓDIGO: 093GT

FECHA DE RECEPCIÓN: 30/11/2021
FECHA DE ANÁLISIS: 20/11/2021
FECHA DE ENTREGA: 24/11/2021
NUMERO DE MUESTRAS: TRES (3)
CODIGO DE MUESTRA: 758-25-758-26-758-6

ANALISIS FÍSICO - QUÍMICO

PARÁMETRO ANALIZADO	RESULTADO	UNIDAD	INCERTIDUMBRE U(K-2)	MÉTODO DE ANÁLISIS	NORMA INEN 1837-2016	
					MIN.	MAX
METANOL	7.3	mg/1000 mL DE ALCOHOL ABSOLUTO	± 0,76	PEE-LASA-FQ-45 INEN 2014	-	10
PROPANOL	8.4	Mg/100mL DE ALCOHOL ABSOLUTO	N.A.	INEN 2014 C.G.*	-	-

-LOS ENSAYOS MARCADOS CON (*) ESTAN FUERA DEL ALCANCE DEL SAE.
-OPCIONES E INTERPRETACIONES ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN SAE. N.A.: No Aplica.

Firma:

ING. AURELIO DAVID ZAPATIER SANTILLAN



Anexo 8. Proceso de obtención del alcohol

Pasado del pulverizado de camote.



Acondicionamiento del mosto.



Enfriado.



Tanque fermentador.



Filtrado

