UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA (MASATO) A PARTIR DE YUCA (*Manihot esculenta)* CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MAÍZ AMARILLO DURO *(Zea mays)* GERMINADO Y CAMOTE *(Ipomoea batatas)* UTILIZANDO LA AMILASA COMERCIAL PARA LA FERMENTACIÓN

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

ROCIO DEL PILAR YUPANQUI ZUMAETA

Pucallpa, Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de la tesis, presentado por **Rocío del Pilar Yupanqui Zumaeta,** denominada: **"Elaboración de una bebida fermentada (Masato) a partir de yuca (*Manihot Esculenta*) con sustitución parcial de maíz amarillo duro (*Zea Mays*) germinado y camote (*Ipomoea Batatas*) utilizando la amilasa comercial para la fermentación."** para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: ..APROBADO.. con el calificativo (*) ..UNANIMIDAD (17)..

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL**, de conformidad con lo estipulado en Art. 10 del reglamento general de grados académicos, título profesional y título de segunda especialidad profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, ..21.. de ..ABRIL.. de 2025.

Dr. Edgardo García Saavedra Presidente	Dr. Edgar Vicente Santa Cruz Secretario
M.Sc. Carlos Ruiz Padilla Miembro	M.Sc. Cristina Elena Quiñones Ruiz Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial.

Dr. Edgardo García Saavedra ……
PRESIDENTE

Dr. Edgar Vicente Santa Cruz ……
SECRETARIO

M.Sc. Carlos Ruiz Padilla ……
MIEMBRO

M.Sc. Cristina Elena Quiñones Ruiz ……
ASESOR

Rocío del Pilar Yupanqui Zumaeta ……
TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0750-2024** .

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA (MASATO) A PARTIR DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA) CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MAÍZ AMARILLO DURO (ZEA MAYS) GERMINADO Y CAMOTE (IPOMOEA BATATAS) UTILIZANDO LA AMILASA COMERCIAL PARA LA FERMENTACIÓN**"

Autor(es)	:	**YUPANQUI ZUMAETA, ROCIO DEL PILAR**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**ING. AGROINDUSTRIAL**
Asesor(a)	:	**M.Sc. QUIÑONES RUIZ, CRISTINA ELENA**

Presenta un **porcentaje de similitud de 4%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 30/12/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Rocio del Pilar Yupanqui Zumaeta

Autor de la tesis titulada : Elaboración de una bebida fermentada (Masato) a partir de yuca (Manihot Esculenta) con sustitución parcial de maíz amarillo duro (Zea Mays) germinado y camote (Ipomoea Batatas) utilizando la amilasa comercial para la fermentación.

Sustentada el año 2025

Asesor(a): M. Sc. Cristina Elena Quiñones Ruiz

Facultad: Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional: Ingeniería Agroindustrial

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 06/05/2025

Email: rocioyupanquizumaeta@gmail.com Firma:

Teléfono: 933828050 DNI: 71524393

DEDICATORIA

A mi padre, Carlos Isidoro Yupanqui Morales, y a mi madre, Elizabeth Zumaeta Espinoza, por creer en mí, por inspirarme, motivarme y ayudarme en cumplir con el sueño más grande de este mundo: ser profesional.

A mis tíos Esther Zumaeta Espinoza y Tatiana Zapata Espinoza y en memoria de mi tío, quien en vida fue Raúl Aylas Miranda, por haberme apoyado de manera incondicional, a lo largo de estos años de foráneo, para lograr mis objetivos profesionales.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente por la salud, la vida y la oportunidad de alcanzar mis metas. De igual manera, expreso mi gratitud a mi novio, Miguel Ángel García Herrera, por su apoyo constante durante este proceso, por brindarme fortaleza y motivación para superar los desafíos y seguir avanzando hacia mis objetivos.

A la Universidad Nacional de Ucayali, mi reconocimiento por ofrecerme la oportunidad de continuar mi desarrollo profesional y fortalecer mi vocación a través de las valiosas enseñanzas de sus docentes.

Al Ing. Billy Antonio del Águila Soria, mi agradecimiento por impulsarme a llevar a cabo esta tesis y por darme la oportunidad de seguir desempeñándome en la Municipalidad Provincial de Atalaya, lo que me ha permitido adquirir un conocimiento más amplio en mi campo profesional.

A mis padres, hermanos y tíos, les agradezco por sus constantes consejos y palabras de aliento, que siempre me han motivado.

A mi asesora, M.Sc. Ing. Cristina Elena Quiñones Ruiz, le expreso mi sincera gratitud por su guía durante el desarrollo de esta investigación, así como por su profesionalismo, dedicación, consejos y el tiempo que me brindó. Su apoyo ha sido fundamental para alcanzar este logro. Sin el apoyo de mi asesora no hubiera podido alcanzar este sueño más añorado de mi familia, mi más sincero agradecimiento.

INDICE GENERAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS ii

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS iii

CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO iv

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

INDICE GENERAL viii

RESUMEN xii

ABSTRACT xiv

INDICE DE TABLAS xvi

INDICE DE FIGURAS xvii

INTRODUCCIÓN 18

CAPÍTULO I 19

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 19

1.1. Descripción y fundamento del problema 19

1.2. Formulación del problema general y especifico 20

1.2.1. Problema general 20

1.2.2. Problema especifico 20

1.3. Objetivos 21

1.3.1. Objetivo general…… 21

1.3.2. Objetivos específicos……21

1.4. Hipótesis 21

1.5. Operacionalización de variables 22

1.6. Justificación e importancia 22

CAPITULO II 24

MARCO TEÓRICO 24

2.1 Antecedentes de la investigación 24

2.1.1 Antecedentes internacionales 24

2.1.2 Antecedentes nacionales 26

2.1.3 Antecedentes locales 26

2.2 Bases teóricas 28

2.2.1 El masato……28

2.2.2 Maíz amarillo duro (Zea mays L.)…….. 30

2.2.3 Germinado de maíz amarillo duros…… 31

2.2.4 Camote (Ipomoea batatas)……..32

2.2.5 Fermentación…….32

2.2.6 Tipos de fermentación……..33

2.2.7 Factores que influyen en la fermentación…….. 35

2.2.8 Microorganismos……...36

CAPÍTULO III 38

METODOLOGÍA 38

3.1 Método de investigación 38

3.1.1 Tipo y nivel de investigación 38

3.2 Población y muestra 38

3.2.1 Población 38

3.2.2 Muestra 38

3.3 Componentes de estudios 39

3.4 Tratamientos de estudio 40

3.5 Diseño experimental 40

3.5.1 Nivel de significación..... 40

3.5.2 Software estadístico..... 41

3.5.3 Pruebas no paramétricas.....41

3.5.4 Pruebas paramétricas..... 42

3.6 Ejecución del experimento..... 42

3.6.1 Ubicación y duración del estudio..... 42

3.6.2 Consideraciones ambientales.....42

3.6.3 Proceso experimental..... 44

3.6.4 Variables evaluadas..... 54

CAPÍTULO IV..... 56

RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 56

4.1 Análisis fisicoquímicos a los diferentes tratamientos de masato….. 56

4.2 Análisis sensorial y aceptabilidad a los diferentes tratamientos……64

CAPITULO V 72

CONCLUSIONES 72

CAPITULO VI 73

RECOMENDACIONES 73

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 74

ANEXOS 84

RESUMEN

El masato es una bebida fermentada tradicional de la selva amazónica peruana elaborada principalmente a base de yuca (Manihot esculenta). Su preparación varía de una comunidad a otra, ya que se incorporan ingredientes como maíz germinado y camote, entre otros. El objetivo de esta investigación fue evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales del masato en seis tratamientos en los que se sustituyó parcialmente la yuca variedad señorita, por camote color morado, maíz amarillo duro germinado y amilasa comercial (Alfa-amilasa fúngica en polvo). Para determinar los rangos de los tratamientos se realizó pruebas preliminares para poder encontrar el porcentaje adecuado en la investigación. Se consideraron dos variables independientes: (Factor A) la mezcla fermentable con tres proporciones de sustitución parcial de yuca (90 % yuca + 10 % camote, 95 % yuca + 5 % maíz y 100 % yuca), y (Factor B) el uso de amilasa comercial (Alfa-amilasa fúngica en polvo) de (0 % y 0,3 %), para tomar en cuenta el porcentaje de amilasa a utilizar se tomó en cuenta su ficha técnica del producto obtenido. Se analizaron los parámetros pH, acidez titulable, grados Brix, contenido alcohólico y atributos sensoriales como aroma, textura, color y sabor. El tratamiento YCCA (90 % yuca, 10 % camote y 0,3 % amilasa) destacó en la evaluación sensorial por los atributos de aroma, textura, color y sabor. Asimismo, en las características fisicoquímicas, presentó un rendimiento alcohólico del 5 %, un pH de 6,0, una acidez total del 0,72 % y 4,0 °Bx. Los análisis microbiológicos confirmaron las buenas prácticas de fabricación y el cumplimiento de estándares de seguridad alimentaria. La incorporación de ingredientes como el camote y el maíz germinado, en combinación con enzimas amilasas (Alfa-amilasa fúngica en polvo), demostró ser una alternativa eficaz

para optimizar la elaboración del masato, logrando un producto seguro, aceptable y con potencial para captar la atención de un mercado más exigente.

Palabras clave: Yuca, masato, fermentación, amilasa, bebida alcohólica.

ABSTRACT

Masato is a traditional fermented beverage from the Peruvian Amazon rainforest, primarily made from cassava (Manihot esculenta). Its preparation varies across communities, incorporating ingredients such as germinated hard yellow corn and sweet potato, among others. The objective of this research was to evaluate the physicochemical and sensory characteristics of masato in six treatments in which cassava of the “señorita” variety was partially substituted with purple sweet potato, germinated hard yellow corn, and commercial amylase (fungal alpha-amylase powder). Preliminary tests were conducted to determine the appropriate substitution percentages for the study. Two independent variables were considered: (Factor A) the fermentable mixture with three substitution levels (90% cassava + 10% sweet potato, 95% cassava + 5% germinated corn, and 100% cassava), and (Factor B) the use of commercial amylase (fungal alpha-amylase powder) at 0% and 0.3%. The technical datasheet of the enzyme was used to determine the appropriate concentration. Parameters such as pH, titratable acidity, Brix degrees, alcohol content, and sensory attributes like aroma, texture, color, and flavor were analyzed. The treatment YCCA (90% cassava, 10% sweet potato, and 0.3% amylase) stood out in the sensory evaluation for its aroma, texture, color, and flavor. Likewise, in physicochemical characteristics, it showed an alcohol content of 5%, a pH of 6.0, total acidity of 0.72%, and 4.0 °Bx. Microbiological analyses confirmed good manufacturing practices and compliance with food safety standards. The incorporation of ingredients such as sweet potato and germinated hard yellow corn, combined with amylase enzymes (fungal alpha-amylase powder), proved

to be an effective alternative for optimizing masato production, resulting in a safe, acceptable product with the potential to appeal to a more demanding market.

Keywords: Cassava, masato, fermentation, amylase, alcoholic beverage.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operaciones de variables 22

Tabla 2. Porcentaje de alcohol entre tratamientos..... 61

Tabla 3. Prueba de Tukey para % alcohol de los tratamientos..... 61

Tabla 4. Valores de Brix de los tratamientos durante la fermentación. 62

Tabla 5. Evaluación sensorial del atributo aroma 65

Tabla 6. Evaluación sensorial del atributo textura 66

Tabla 7. Evaluación sensorial del atributo color..... 67

Tabla 8. Evaluación sensorial del atributo sabor 68

Tabla 9. Evaluación de atributos sensoriales. 69

Tabla 10. Datos de aceptabilidad de textura..... 101

Tabla 11. Datos de aceptabilidad de aroma 102

Tabla 12. Datos de aceptabilidad de color..... 103

Tabla 13. Datos de aceptabilidad de sabor 104

Tabla 14. Datos del perfil sensorial..... 105

Tabla 15. Resultados microbiológicos del masato más aceptado. 105

Tabla 16. NTS N°071 MINSA/DIGESA-V.01 105

Tabla 17. Ficha Técnica de la amilasa 106

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bebida amazónica peruana “Masato” 28

Figura 2: Flujograma del proceso de elaboración del masato 51

Figura 3. Comportamiento del % acidez Vs mezclas fermentables 56

Figura 4. Acidez total Vs YMCA 57

Figura 5. pH Vs tratamientos 59

Figura 6. pH Vs YCCA (5 días) 60

Figura 7. Contenido de °Bx en la fermentación 63

Figura 8. Perfil de atributos sensoriales. 70

Figura 9. Germinación del maíz amarillo 85

Figura 10. Molienda del maíz amarillo. 85

Figura 11. Proceso de pelado y lavado de la yuca 86

Figura 12. Proceso del picado de la yuca. 86

Figura 13. Obtención de la masa de yuca 87

Figura 14. Dilución de la masa de yuca hidrolizado. 87

Figura 15. Acondicionamiento para la fermentación. 88

Figura 16. Fermentado de yuca + camote. 88

Figura 17. Fermentado de yuca + maíz germinado. 89

Figura 18. Dosificación del camote rallado. 89

Figura 19. Dosificación de yuca para cada tratamiento. 90

Figura 20. Muestras para titulación de acidez. 90

Figura 21. Adición de fenolftaleína para titulación de acidez. 91

Figura 22. Titulación de acidez de las diferentes muestras. 91

Figura 23. Cabina del análisis sensorial. 92

Figura 24. Determinación de alcohol 92

Figura 25. Ficha de análisis sensorial 93

Figura 26. Preparación de muestras para análisis sensorial 94

Figura 27. Evaluación de muestras 94

Figura 28. Tabla de ANOVA del % de alcohol..... 95

Figura 29. Tabla de medias del % de alcohol por mezclas fermentables..... 95

Figura 30. Pruebas de múltiple Rangos para % Alcohol por mezcla..... 96

Figura 31. Caja y bigotes de % de Alcohol..... 96

Figura 32. Análisis de Varianza para Brix (°Bx)..... 97

Figura 33. Pruebas de múltiples rangos para Brix por Mezcla 97

Figura 34. ANOVA factorial de Grado Brix de las mezclas fermentables..... 97

Figura 35. Tabla ANOVA para Brix 4 por Mezcla - fermentable/día 4 98

Figura 36. Pruebas de múltiples rangos para Brix por Mezcla /día 4 98

Figura 37. Caja y bigotes de grados Brix (°Bx) día 4..... 98

Figura 39. Aceptabilidad de textura..... 99

Figura 38. Evaluación sensorial de aroma 99

Figura 40. Aceptabilidad de color..... 100

Figura 41. Aceptabilidad de Sabor 100

INTRODUCCIÓN

El masato es una bebida fermentada ancestral, de uso común en las comunidades nativas de la amazonia peruana, especialmente en Perú. Su elaboración tradicional emplea raíces de yuca (*Manihot esculenta*), un cultivo básico rico en almidón. Este producto no solo es un elemento central en la dieta, sino que también desempeña un papel importante en la vida social y cultural de las comunidades indígenas, utilizado en ceremonias y celebraciones. Históricamente, la fermentación del masato involucraba el uso de saliva para descomponer los almidones en azúcares fermentables, lo que facilitaba el proceso fermentativo por microorganismos como levaduras y bacterias lácticas obteniendo finalmente un producto que no garantiza su inocuidad.

Esta investigación tiene como propósito, elaborar masato con diferentes mezclas a partir de la sustitución parcial de la yuca con maíz germinado, camote y la adición de amilasa comercial (Alfa-amilasa fúngica en polvo), con el objetivo de evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de los diferentes tratamientos. Para el análisis de las características paramétricas se aplicó el diseño factorial con 2 factores de estudio y 3 repeticiones por tratamiento, el primer factor es la sustitución parcial de yuca por maíz germinado y camote en 3 niveles, el segundo factor fue la adición de la amilasa comercial (Alfa-amilasa fúngica en polvo) “B” con 2 niveles de amilasa, haciendo un total de 6 tratamientos: **YYCA** (100 %Yuca + 0.3 % Amilasa); **YYSA** (100 %Yuca + 0 % Amilasa); **YMCA** (95 %Yuca + 5 % Maíz + 0.3 % Amilasa); **YCSA** (90 %Yuca + 10 % Camote + 0 % Amilasa); **YMSA** (95 %Yuca + 0.5 % Maíz + 0 % Amilasa); **YCCA** (90 %Yuca + 10 % Camote + 0.3 % Amilasa), con un total de 18 unidades experimentales.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamento del problema

El masato es una bebida fermentada tradicional de la Amazonía peruana, elaborada a base de yuca (Manihot esculenta). Existen diversas formas de preparación y consumo, dependiendo de la región. El masato posee un gran potencial, respaldado por diversas organizaciones, como la Asociación Gastronómica de Ucayali (AGASU), que lo reconoce como una de las bebidas emblemáticas de la selva peruana. Sin embargo, su consumo no está ampliamente aceptado por el público en general, especialmente en áreas urbanas con población mixta debido al proceso tradicional de elaboración, que incluye el masticado de la yuca cocida para favorecer la hidrólisis del almidón, seguido de la fermentación no higiénica en recipientes de madera tipo canoas o vasijas de barro.

En algunas regiones, como la provincia de Atalaya, en la región Ucayali, se han desarrollado variantes de esta bebida. En ellas, además de la yuca, se incorporan ingredientes fermentables como el maíz amarillo duro germinado (Zea mays) y el camote (Ipomoea batatas), los cuales aportan diferencias en el sabor y las propiedades del producto. Sin embargo, hasta la fecha no existen investigaciones que evalúen cómo la incorporación de estos ingredientes, junto con el uso de tecnologías modernas como amilasas y levaduras comerciales.

Frente a este vacío de conocimiento es importante evaluar sensorialmente y las características fisicoquímicas en la elaboración de masato con mezclas sustituyendo parcialmente la yuca con maíz germinado, camote y la adición de amilasa comercial (Alfa-amilasa fúngica en polvo).

1.2. Formulación del problema general y especifico

1.2.1. Problema general

¿Es posible elaborar una bebida fermentada (masato) a partir de yuca (*Manihot esculenta*) con sustitución parcial de maíz amarillo duro germinado (*Zea mays*), camote (*Ipomoea batatas*) y amilasa comercial (Alfa-amilasa fúngica en polvo)?

1.2.2. Problema especifico

- ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas en los diferentes tratamientos del masato con sustitución parcial de maíz amarillo duro germinado (*Zea mays*), camote (*Ipomoea batatas*) y amilasa comercial (Alfa-amilasa fúngica en polvo)?
- ¿Cuál será la aceptabilidad sensorial que presentan los diferentes tratamientos de masato en los atributos de: aroma, color, textura y sabor?
- ¿Cuáles son las condiciones microbiológicas del tratamiento de masato más aceptado?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Elaborar una bebida fermentada (masato) a partir de yuca (*Manihot esculenta*) con sustitución parcial de maíz amarillo duro (*Zea mays*) germinado y camote (Ipomoea batatas) utilizando la amilasa comercial (Alfa-amilasa fúngica en polvo) para la fermentación.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar las características fisicoquímicas del masato con sustitución parcial de maíz amarillo duro germinado (Zea mays), camote (Ipomoea batatas) y amilasa comercial (Alfa-amilasa fúngica en polvo) en diferentes tratamientos.
- Determinar la aceptabilidad sensorial de los diferentes tratamientos de masato, evaluando atributos como: aroma, sabor, color y textura.
- Analizar las características microbiológicas del tratamiento con mayor aceptación.

1.4. Hipótesis

No hay diferencias en las características fisicoquímicas y sensoriales del masato elaborado con distintas sustituciones parciales de maíz amarillo duro germinado (Zea mays), camote (Ipomoea batatas) y amilasa comercial (Alfa-amilasa fúngica en polvo).

1.5. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operaciones de variables

Tipo	Variables	Dimensión	Indicadores
Independientes	F_A: Mezcla fermentable	Formulación de 3 proporciones.	Proporción: • 90% Yuca 10% + camote • 95% yuca + 5% maíz • 100% yuca
	F_B: Amilasa comercial (Alfa-amilasa fúngica en polvo).	El uso o no de la amilasa comercial.	Amilasa comercial: • 0% • 0.3%
Dependientes	Características químicas	Producción de Alcohol Contenido de Azúcares Solubles	• Contenido alcohólico • Grados brix. • pH y Acidez titulable
	Características sensoriales	Evaluación sensorial.	Parámetros: • Color. • Textura. • Sabor. • Aroma.

1.6. Justificación e importancia

La investigación busca contribuir en la promoción y aceptación del masato, una bebida tradicional de la amazonia. A pesar de su relevancia cultural en la región de Ucayali, el masato enfrenta dificultades para ser aceptado en áreas urbanas debido a sus métodos tradicionales de elaboración y a la falta de diversificación en sus ingredientes. El estudio propone sustituir parcialmente la yuca por camote o maíz germinado, ambos con o sin adición de amilasa (Alfa-

amilasa fúngica en polvo), para optimizar la fermentación de los carbohidratos y mejorar su aceptación.

La revalorización de las bebidas tradicionales de la Amazonía se considera relevante no solo por sus implicaciones culturales, sino también por sus impactos económicos y sociales. Promover el masato como una bebida única y moderna podría generar un interés renovado en las tradiciones amazónicas, proporcionando oportunidades para el desarrollo económico local y la preservación de prácticas culturales valiosas. Además, se tomó en cuenta que el uso de estos ingredientes era una tradición en las comunidades de la provincia de Atalaya, región Ucayali.

Asimismo, a través del desarrollo del proyecto de investigación, contribuirá al desarrollo de la cadena productiva de la yuca (*Manihot esculenta*), camote (*Ipomoea batatas*) y maíz amarillo duro (*Zea mays*) en la región Ucayali, generando un impacto positivo para los productores locales y otros actores relacionados.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Andrade (2022) desarrolló un proceso tecnológico para optimizar elaboración de bebidas fermentadas a base de yuca (*Manihot esculenta*) utilizando enzimas preparadas, evaluando el efecto del tiempo de cocción al vapor de la yuca, la concentración de masato y las enzimas en las características fisicoquímicas. Los factores estudiados fueron el tiempo de cocción al vapor (30-40°C), la concentración de masato (30-35%) y el tipo de enzimas (α y β amilasa). Se encontró que existía una significancia estadística en la acidez con respecto a la concentración de masato (pB=0,0077) y en el pH en relación con la interacción entre el tiempo de cocción al vapor y la concentración de masato (pAB=0,0271). Por ello se propuso un tiempo de cocción al vapor de 40 minutos, una concentración de masato del 35% y el uso de las enzimas α-β amilasa, obteniéndose resultados similares en el laboratorio: pH (3,9), sólidos solubles (6,77 brix) y acidez titulable (1,90 g/L).

Mena y Santamaria (2019) en su investigación evaluaron tres procesos de fermentación de yuca utilizando kéfir y levadura para obtener bebidas fermentadas, con el objetivo de compararlas con chichas de yuca elaboradas de forma tradicional mediante la acción de la enzima amilasa generada durante la masticación. Se diseñó un experimento factorial con 12 tratamientos, donde se variaron el proceso de acondicionamiento de la yuca, los agentes fermentativos

y los porcentajes de agentes fermentativos (5% y 15%). Se analizaron variables como el pH, la acidez, los grados Brix y los grados alcohólicos durante un período de tres días. Se determinó que los mejores tratamientos fueron la chicha blanca con levadura al 15%, la chicha wiwis con kéfir al 5% y la chicha negra con levadura al 5%, en términos de sus características fisicoquímicas. Además, se realizó un análisis sensorial que mostró una aceptabilidad del 30% para las tres bebidas fermentadas. En conclusión, la adición de los agentes fermentativos en los porcentajes establecidos tuvo un efecto significativo en comparación con las chichas tradicionales.

Estrada. A (2023) en su proyecto de investigación elaboración de una bebida a base de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) con fermentación sólida y sumergida, donde sus objetivos fueron determinar las características fisicoquímicas de la bebida a base de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) durante la fermentación liquida, determinar la calidad sensorial de la bebida a base de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) con fermentación sólida y sumergida, concluyendo que las características fisicoquímicas de las bebidas luego de la fermentación líquida. poseen un pH en un rango de 3,790 a 3,370, una acidez entre 5,36 a 9, 56.asi mismo, los brix se encuentran en un rango de 9,100 a 8,167 y los grados alcohólicos se encuentran entre 3,5 a 2,5. Mientras que en la calidad de la bebida a base de yuca elaborada con fermentación sólida y sumergida influyó directamente en los atributos de color, olor, sabor, acidez y aceptabilidad, existiendo diferencias significativas ($P<0.05$) entre los atributos de los diferentes tratamientos y observándose que los mejores tratamientos son el Red y Light.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Amagua y Chancusig (2020) investigaron el efecto de la adición de preparados enzimáticos en la elaboración de una bebida a base de masato semisólido de yuca, con el objetivo de reemplazar el proceso de masticación tradicional. Se utilizaron enzimas comerciales para hidrolizar los carbohidratos presentes en el almidón de la yuca, lo que resultó en una bebida de yuca más dulce y con mejor sabor. Se realizaron diferentes procesos de elaboración de chicha de yuca, variando la concentración enzimática (0,05%, 0,10% y 15%), el tiempo de cocción (40 minutos, 60 minutos y 80 minutos) y el tipo de chicha (blanca, quemada y wiwis). Los parámetros fisicoquímicos evaluados, como el pH, los grados brix y la acidez, mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. La chicha quemada (a2b1c1) presentó una concentración de grados brix de 18,85, un pH de 3,90 y una acidez de 0,68, siendo la opción más destacada en términos de sabor. Sin embargo, en unos de sus tratamientos realizados por Amagua y Chancusig obtuvo un pH de 5.0. Estos hallazgos proporcionan un fundamento teórico para futuras investigaciones sobre la optimización de la producción de bebidas fermentadas de yuca utilizando enzimas en lugar del proceso tradicional de masticación.

2.1.3 Antecedentes locales

De acuerdo con Diaz (2022) en su trabajo de investigación titulado: Evaluación del contenido y tipo de alcoholes superiores durante el proceso fermentativo de la yuca (*Manihot esculenta*) en la elaboración de masato, el cual uno de los objetivos fue determinar las características fisicoquímicas de la masa

durante el proceso fermentativo. Así mismo evaluó la flora microbiana en la masa durante el proceso fermentativos. Llegando a la conclusión que el pH, disminuye durante el proceso fermentativo, porque los azucares constituyen en el sustrato para la levadura, además los carbohidratos disminuyen su concentración durante la fermentación por la presencia de bacterias ácidos lácticos (*Lactiplantibacillus plantarum y otras*), y que la masa de sometida a fermentación presentaba concentraciones alta de microrganismos que van minorizando conforme pasa el tiempo de fermentación debido al elevado incremento de la concentración de alcohol y de la acidez de la masa, la presencia de dichos microorganismos en la masa de yuca contribuye a la cualificación como producto no aceptable, según la norma de calidad. La presencia de coliformes totales, es un indicador de una mal higiene de los alimentos.

Según Pinedo (2014) en su investigación determinación de la difusividad térmica del masato de yuca variedad amarilla (*Manihot dulcis*) y Blanca (*Manihot esculenta*) en fusión a la forma de procesamiento (shipibo y mestizo), departamento de Ucayali donde uno de sus objetivos fue determinar la difusividad térmica del masato de yuca en función a la forma de proceso (shipibo y mestizo) y respecto a la variedad amarilla (*Manihot dulcis*) y Blanca (*Manihot esculenta*), Llegando a la conclusión que dentro de los tratamientos la difusividad térmica en los análisis de varían (ANOVA) no tiene diferencia significativa, logrando un consumo reducido de energía y de costos de producción con el masato mestizo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 El masato

Bebida típica de Perú, se elabora utilizando las raíces de la yuca o mandioca (Manihot esculenta Crantz). Estas raíces se cocinan y luego se muelen hasta obtener una masa. El proceso de fermentación ocurre de manera natural y dura entre 72 y 96 horas a temperatura ambiente. En ciertas comunidades de la Amazonía peruana, se prepara el masato para diversas ocasiones ceremoniales, políticas y comerciales, utilizando la saliva de los niños y las mujeres mayores como una fuente de amilasa, la cual ayuda a convertir el almidón en azúcares fermentables (Arias et al. 2009).

Figura 1. Bebida amazónica peruana “Masato”



Fuente: (BLOGGER 2011)

2.2.1.1 El masato en las diferentes etnias peruana

El masato se consume con poca fermentación, sin embargo, en fiestas, reuniones el consumo del masato es con más fermentación, a está practica se le conoce como masateadas.

- Los Chayahuita. Los Chayahuita, una etnia que reside en la selva baja peruana considera que el masato no solo es una fuente de alimento, sino que también define el papel social de la mujer. En esta etnia los procesos de elaboración de masato utilizan el camote rallado crudo (sin mascado de yuca) para la fermentación de masato. Por otro lado, otras comunidades de esta etnia también emplean el masticado tradicional para la elaboración del masato (Daggett 1983).
- Los yines o también llamados piros; son considerados como excelentes navegantes, buenos comerciantes, están ubicados principalmente en los departamentos de Cusco, Loreto, Madre de dios y Ucayali. La etnia Yine usa el masato como una sustitución del agua, lo usan para toda actividad, celebración, trabajo, rituales, no hay antecedentes del proceso de elaboración del masato (BDPI 2020).

2.2.1.2 Proceso tradicional de elaboración de masato

El masato era tradicionalmente preparado por las tribus indígenas de la selva de la siguiente manera: Primero, pelaban y lavaban las raíces de yuca antes de cortarlas en trozos y cocinarlas. Después de hervir las yucas, las colocaban en un mortero para machacarlas con un mazo de madera. Luego, mezclaban una parte de las yucas machacadas con el agua de la cocción, mientras que el resto era masticado por las mujeres de la tribu. La intención era que la saliva de las mujeres proporcionara enzimas que convirtieran el almidón de la yuca en azúcar, lo cual luego fermentaría y se convertiría en alcohol. A continuación, este producto de la yuca se mezclaba con agua y se colocaba en

recipientes cubiertos con hojas de bijao o plátano, donde se fermentaba durante aproximadamente una semana. Después de este período, el masato estaba listo para ser consumido (Intilandtours 2012).

2.2.2 Maíz amarillo duro (Zea mays L.)

Planta de la familia de las gramíneas más ampliamente cultivadas en todo el mundo, ha experimentado un aumento significativo en la demanda de maíz amarillo duro en nuestra región en los últimos años. Esta planta, que crece como un cultivo de temporada, puede llegar a alcanzar alturas de hasta 3 metros. Sus hojas son alargadas y cada tallo puede llevar entre 1 y 3 mazorcas. La mazorca, que es la parte comestible de la planta, está formada por un tronco duro cubierto de filas de granos y rodeado externamente por hojas. Las dimensiones de una mazorca pueden variar entre 15 y 40 cm.

El grano individual del maíz, conocido como cariópside, está compuesto por cuatro estructuras principales: el pericarpio o cáscara, el germen o embrión, el endospermo y la piloriza. El pericarpio, que representa aproximadamente el 87%, se caracteriza por su alto contenido de fibra cruda, compuesta principalmente por hemicelulosa y celulosa. Además, contiene cenizas, proteínas y azúcares. El endospermo, con alrededor del 87% de almidón y aproximadamente un 8% de proteínas, proporciona los nutrientes necesarios para la germinación de la semilla. Los gránulos de almidón forman estructuras esféricas, mientras que las proteínas forman la estructura laminar. El endospermo también contiene aproximadamente un 5% de agua. La distribución

del agua en el endospermo da lugar a dos morfologías diferentes: una sección interna con mayor contenido de líquido y una sección cercana a la cáscara con menos agua. En consecuencia, la morfología del endospermo "seco" es más compacta en comparación con la sección "húmeda" (Aliaga *et al.* 2011).

2.2.3 Germinado de maíz amarillo duros

Cuando el grano se sumerge en agua, comienza su actividad vital. El azúcar se disuelve, parte se utiliza como alimento para el embrión y parte se consume en la respiración. Se producen enzimas, principalmente diastasa, que descomponen el almidón. Durante la absorción de agua, las moléculas solubles se expanden, disolviendo partículas coloidales y ocupando espacios capilares y entre partículas coloidales. El embrión produce enzimas para convertir las sustancias de reserva en nutrientes solubles. Durante la germinación, se forman diastasas y otras enzimas que descomponen los componentes del grano, como almidones y proteínas. Las enzimas sacarifican el mosto, con la fosfatasa reduciendo la viscosidad del almidón y las amilasas convirtiendo el almidón en dextrinas y luego en maltosa. En los granos, existen dos tipos de amilasa: alfa-amilasa y beta-amilasa. La alfa-amilasa separa la maltosa en posiciones 1:4 hasta el punto de ramificación enlace 1:6. Durante la germinación, se forma la alfa-amilasa, que convierte el almidón en oligosacáridos. Estas mezclas se conocen como dextrina o jarabe de almidón en la industria (Vásquez 2019).

2.2.4 Camote (Ipomoea batatas)

El camote es un cultivo alimenticio de gran importancia y subexplotado a nivel mundial. Su producción anual alcanza los 127 millones de toneladas métricas, ubicándose en el cuarto lugar después del arroz, trigo y maíz. La mayor diversidad genética del camote se encuentra en el norte de Perú, Colombia y Ecuador. En comparación con la papa, el camote tiene un alto valor nutritivo, siendo una excelente fuente de fibra, antioxidantes, vitaminas y minerales. Su composición nutricional por cada 100 g de tubérculo incluye un 74% de agua, 1.2% de fibra, 0.2% de lípidos, 1.2% de proteínas, 0.6 g de grasa, 21.5 g de carbohidratos, 9.7 g de azúcar, 11.8 g de almidones, 41 mg de sodio, 385 mg de potasio, 55 mg de fósforo, 22 mg de calcio y 1 mg de hierro. Además, el camote contiene nutrientes como magnesio, cobre, zinc y cloro. También es una buena fuente de vitaminas, incluyendo 25 mg de vitamina C, 667 UI de vitamina A, 0.1 mg de vitamina B1, 0.06 mg de vitamina B2 y 52 mg de vitamina B3.

2.2.5 Fermentación

La fermentación es un proceso metabólico en el cual microorganismos, principalmente bacterias y levaduras, transforman compuestos orgánicos como los carbohidratos en ausencia de oxígeno. Durante este proceso, los microorganismos convierten estos sustratos en diversos productos, tales como ácidos, gases y alcoholes, que pueden influir en las características sensoriales y conservantes de los alimentos. Este mecanismo es fundamental en la industria alimentaria, ya que permite no solo la elaboración de productos como yogures, quesos, bebidas alcohólicas y encurtidos, sino también la prolongación de la vida

útil de los alimentos mediante la inhibición del crecimiento de microorganismos patógenos. Además, la fermentación contribuye a la mejora de la digestibilidad y el valor nutricional de los productos fermentados (Madigan et al., 2018). Además, la fermentación no solo mejora la vida útil de los alimentos, sino que también puede enriquecer su perfil nutricional y sensorial (Liu et al., 2021).

2.2.6 Tipos de fermentación

- Fermentación Láctica: Consiste en la conversión de azúcares en ácido láctico, realizada principalmente por bacterias lácticas como (*Lactobac*illus) y (*Streptococcus*). Según este tipo de fermentación se utiliza para producir productos lácteos como yogur y kéfir, y su importancia radica en que el ácido láctico actúa como conservante natural al reducir el pH, lo que inhibe el crecimiento de patógenos y mejora el sabor de los alimentos.

- Fermentación Alcohólica: Levaduras como (*Saccharomyces cerevisiae*) convierten los azúcares en etanol y dióxido de carbono. Este proceso es clave en la producción de bebidas como el vino y la cerveza, y en la panificación, donde el dióxido de carbono es esencial para el aumento de la masa

Además, la fermentación alcohólica puede realzar las propiedades organolépticas de los productos finales.

- Fermentación Acética: Implica la conversión de etanol en ácido acético por bacterias acéticas, como las del género (*Acetobacter*). Este proceso es utilizado en la producción de vinagre, donde el ácido acético resultante confiere un sabor ácido y propiedades antimicrobianas, prolongando la vida útil de los alimentos.

- Fermentación Butírica: Proceso llevado a cabo principalmente por bacterias anaerobias del género (*Clostridium*). Durante este proceso, las bacterias descomponen el piruvato en una serie de pasos que resultan en la producción de ácidos acético y butírico, además de gases como dióxido de carbono (CO_2) e hidrógeno (H_2). El piruvato se convierte en acetil-coenzima A antes de la producción de estos subproductos. Este tipo de fermentación requiere cofactores específicos como la tiamina pirofosfato y la coenzima A. Sin embargo, en términos de eficiencia energética, la fermentación butírica es menos efectiva para capturar energía en comparación con otros procesos metabólicos más avanzados, lo que se traduce en un menor rendimiento energético (Carbonera, s.f).

- Fermentación Propiónica: Es llevada a cabo principalmente por bacterias del género (*Propionibacterium*), las cuales no forman esporas. Este proceso se caracteriza por la transformación de carbohidratos en ácido propiónico como producto final predominante, junto con pequeñas cantidades de ácido acético, dióxido de carbono y succinato. Una característica destacada de estas bacterias es su capacidad para fermentar el ácido láctico, lo que les permite generar más ATP a partir del lactato en comparación con el metabolismo basado en el glicólisis. Este tipo de fermentación tiene un papel importante en la producción de ciertos quesos, donde contribuye tanto al sabor como a la conservación del producto final (Liu et al., 2019; Paredes et al., 2021).

2.2.7 Factores que influyen en la fermentación

Los factores determinan la eficiencia y la calidad del proceso fermentativo, así como las características sensoriales del producto final.

- Temperatura: Factor crucial ya que influye directamente en la velocidad de la fermentación y en la actividad de los microorganismos. Cada microorganismo tiene un rango de temperatura óptimo para su crecimiento: Las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) fermentan mejor entre 20°C y 30°C, mientras que las bacterias del ácido láctico a temperaturas más bajas (20°C a 25°C) (Fellows, 2009). Si la temperatura es demasiado baja, la fermentación puede ralentizarse, mientras que temperaturas muy altas pueden desnaturalizar enzimas y matar microorganismos beneficiosos (Ray, B., & Joshi, 2014).

- El pH: Tiene un impacto significativo en la actividad microbiana: Las levaduras prefieren un pH entre 4.0 y 6.0, mientras que las bacterias lácticas pueden tolerar un pH más bajo, hasta alrededor de 3.5. (Adams & Moss, 2008). Un pH controlado no solo optimiza la fermentación, sino que también ayuda a prevenir el crecimiento de microorganismos no deseados.

- Concentración de Azúcares Grados Brix (°Bx): Los azúcares son la principal fuente de energía para los microorganismos durante la fermentación: Una concentración adecuada de azúcares permite que las levaduras produzcan etanol y CO_2 de manera eficiente. Sin embargo, concentraciones extremadamente altas pueden inhibir la actividad microbiana debido a la presión osmótica (Snyder, 2014). La disponibilidad y tipo de azúcar (glucosa, fructosa, maltosa, etc.) Afecta la velocidad y los productos de la fermentación.

2.2.8 Microorganismos

2.2.8.1 Saludables

- Bacterias Ácido-Lácticas (*BAL*): Tiene una gran capacidad para transformar azúcares en ácido láctico, mejorando tanto la seguridad como la calidad sensorial de los alimentos.

- Levaduras (Saccharomyces cerevisiae): Especie de levadura más utilizada en procesos de fermentación debido a su alta eficiencia en la producción de etanol y dióxido de carbono (Fleet, 2003).

- Hongos (Aspergillus oryzae): Su uso en la fermentación de alimentos es crucial debido a su capacidad para producir enzimas que descomponen complejos macromoleculares, mejorando el sabor y el valor nutricional. (Kitamoto 2015).

- Levaduras no Saccharomyces (Candida, Pichia): Responsables no solo de la fermentación, sino también de la mejora del perfil aromático en productos como el vino (Varela & Pretorius, 2014).

2.2.8.2 No saludables

- Bacterias Patógenas (Escherichia coli, Salmonella, Listeria monocytogenes): Contamina los alimentos fermentados si no se controlan adecuadamente las condiciones de buenas prácticas de manufactura. Estas bacterias son responsables de enfermedades gastrointestinales graves y pueden ser letales en personas inmunocomprometidas. (Loessner & Golden, 2005).

- Hongos Productores de Micotoxinas (Aspergillus flavus): Son peligrosas aparecen si no se mantienen condiciones adecuadas de humedad y temperatura.

- Bacterias Productoras de Toxinas (Clostridium botulinum): Bacteria anaerobia produce una neurotoxina extremadamente peligrosa. Si el producto es almacenado en condiciones inadecuadas de oxígeno y temperatura, esta bacteria se desarrolla y produce botulismo, una intoxicación que puede ser mortal. (Doyle & Beuchat, 2007).

- Levaduras y Bacterias Descomponedores (Candida, Pseudomonas): Causar deterioro en los alimentos fermentados, generando olores y sabores desagradables. Estas especies suelen proliferar en condiciones de fermentación descontroladas, afectando la calidad del producto final.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método de investigación

3.1.1 Tipo y nivel de investigación

3.1.1.1 Tipo de investigación

Este estudio es de tipo experimental, ya que se realizó la manipulación de la variable independiente.

3.1.1.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo ya que busca analizar, las causas y efectos de los tratamientos estudiados.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población del estudio se compone de yuca, maíz germinado, camote que provienen de agricultores del distrito de Campo Verde, de la región de Ucayali.

3.2.2 Muestra

Para cada unidad experimental, se utilizó 1 kg compuestos por yuca, maíz geminado y camote, de acuerdo a las proporciones establecidas en el experimento. Para todas las unidades experimentales se utilizó 18 kg.

3.3 Componentes de estudios

Yuca (*Manihot esculenta*): La yuca es el principal insumo de la bebida fermentada. Para el estudio, las yucas fueron seleccionadas cuidadosamente en función de su tamaño y calidad, garantizando uniformidad en los tratamientos.

Maíz (*Zea mays*): Cereal utilizado como ingrediente complementario en las formulaciones del masato. El maíz germinado aporta enzimas naturales que favorecen la hidrólisis del almidón y contribuyen a mejorar las características sensoriales y fermentativas del producto.

Camote (*Ipomoea batatas*): Tubérculo dulce y energético, rico en almidón, fibra, vitaminas y antioxidantes. Su incorporación en las formulaciones aporta azúcares fermentables y modifica el perfil sensorial del masato, añadiendo dulzura y textura.

Amilasa (Alfa-amilasa fúngica en polvo): Enzima que cataliza la conversión del almidón en azúcares simples, acelerando la fermentación y optimizando el proceso de elaboración. Es fundamental en formulaciones modernas que buscan uniformidad en productos fermentados. Para realizar está investigación Se utilizó una enzima comercial de tipo alfa-amilasa en polvo (Amylase Enzyme Formula de BSG), cuya ficha técnica se presenta en la tabla 17.

3.4 Tratamientos de estudio

YYCA = 100 % yuca + 0.3 % amilasa

YYSA = 100 % yuca + 0 % amilasa

YMCA = 95 % yuca + 5 % maíz + 0.3 % amilasa

YMSA = 95 % yuca + 5 % maíz + 0 % amilasa

YCCA = 90 % yuca + 10 % camote + 0.3 % amilasa

YCSA = 90 % yuca + 10 % camote + 0 % amilasa

3.5 Diseño experimental

El diseño experimental adoptado es un diseño completamente aleatorizado (DCA), con arreglo factorial 3X2, con seis tratamientos YYCA (100 %Yuca + 0.3 % Amilasa); YYSA (100 %Yuca + 0 % Amilasa); YMCA (95 %Yuca + 5 % Maíz + 0.3 % Amilasa); YMSA (95 %Yuca + 0.5 % Maíz + 0 % Amilasa); YCCA (90 %Yuca + 10 % Camote + 0.3 % Amilasa); YCSA (90 %Yuca + 10 % Camote + 0 % Amilasa); con tres repeticiones para cada uno. Los tratamientos que presentaron alta variabilidad se aplicaron el DCA, a un nivel de significancia de 0,05 y los resultados que mostraron diferencias significativas de aplico la prueba de TUKEY.

3.5.1 Nivel de significación

Se estableció un nivel de 0.05, para interpretar la significancia estadística de los resultados.

3.5.2 Software estadístico

Para la realización de los análisis estadísticos de este estudio, se utilizaron dos softwares especializados:

- Statgraphics: Este programa se empleó para los análisis paramétricos, aprovechando su capacidad para realizar regresiones y otros modelos estadísticos avanzados.
- InfoStat: Se utilizó para los análisis no paramétricos, aprovechando sus herramientas para realizar análisis descriptivos, análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de significancia.

3.5.3 Pruebas no paramétricas

Para la evaluación sensorial de este estudio, se utilizó el modelo matemático de Friedman mediante el software estadístico InfoStat, con un nivel de significancia del 0.05. Los atributos sensoriales evaluados incluyeron: aroma, textura, color y sabor. El modelo estadistico de Friedman es el siguiente:

$$X_r^2 = \frac{12}{HK(K+1)} \sum Rj^2 - 3H(K+1)$$

Donde:

X_r^2 = Estadístico calculado del análisis de varianza por rangos de Friedman.

H = Es el número total de observaciones.

K = Es el número de tratamientos.

$\sum Rj^2$= Es la suma de los rangos para el tratamiento j.

3.5.4 Pruebas paramétricas

Para el análisis de las evaluaciones paramétricas se aplicó un DCA con arreglo factorial 3 x 2 y 3 repeticiones por tratamiento, el primer factor es la sustitución parcial de yuca por maíz germinado y camote en 3 niveles, el segundo factor fue la adición de la amilasa comercial “B” con 2 niveles con y sin amilasa con un total de 6 tratamientos: YYCA (100 %Yuca + 0.3 % Amilasa); YYSA (100 %Yuca + 0 % Amilasa); YMCA (95 %Yuca + 5 % Maíz + 0.3 % Amilasa); YMSA (95 %Yuca + 0.5 % Maíz + 0 % Amilasa); YCCA (90 %Yuca + 10 % Camote + 0.3 % Amilasa), YCSA (90 %Yuca + 10 % Camote + 0 % Amilasa); haciendo un total de 18 unidades experimentales.

3.6 Ejecución del experimento

3.6.1 Ubicación y duración del estudio

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en los laboratorios especializados de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), en la ciudad de Pucallpa, situada en la provincia de Coronel Portillo, región de Ucayali. Se encuentra a la margen izquierda de la Carretera Federico Basadre Km 6.200 a 205 msnm., geográficamente se encuentra entre las coordenadas: 8° 23’ 48’’ de latitud sur y 74° 35’ 11’’ de longitud oeste.

3.6.2 Consideraciones ambientales

En este estudio sobre la elaboración de masato a base de yuca, maíz germinado, camote y amilasa comercial, se implementaron medidas para reducir el impacto ambiental y fomentar prácticas sostenibles en todas las etapas del proceso.

Manejo de Residuos: Los desechos orgánicos, como cáscaras y restos de yuca, maíz y camote se destinaron al compostaje, contribuyendo a la fertilidad del suelo. También se reutilizó el agua residual del lavado de los ingredientes para el riego de cultivos. Los residuos plásticos generados durante las pruebas experimentales y sensoriales se clasificaron y reciclaron adecuadamente.

Uso responsable de recursos: Se optimizó el consumo de agua en las actividades de limpieza y preparación de los materiales, reduciendo el desperdicio. Además, se emplearon equipos energéticamente eficientes en las etapas de cocción y fermentación, lo que ayudó a disminuir el consumo de electricidad y la huella de carbono del proyecto.

Aprovechamiento de subproductos: Los restos del masato no utilizados fueron destinados a la alimentación animal o para la producción de abonos líquidos, asegurando un aprovechamiento integral de los insumos y reduciendo los desechos finales.

Fomento de la producción local: El uso de yuca, maíz y camote provenientes de cultivos locales ayudó a reducir las emisiones asociadas al transporte de insumos y a apoyar a los agricultores de la región, promoviendo la sostenibilidad económica y ambiental.

3.6.3 Proceso experimental

3.6.3.1 Materiales, equipos e insumos

Materia

- Yuca (Manihot esculenta)
- Maíz amarillo duro (Zea mays)
- Camote (Ipomoea batatas)
- Amilasa comercial.
- Levadura (Saccharomyces *Cerevisiae*)

Insumos

- Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Fenolftaleína
- Éter dietílico ($C_2H_5OC_2H_5$)

Equipos utensilios

- Cuchillo
- Baldes
- Bandejas
- Rallador
- Maso para triturar la yuca
- Colador
- Ollas medianas para cocinar yuca
- Pipetas

- Vasos de plásticos
- Fichas de evaluación
- Rotuladores
- Agua tratada

Materiales de laboratorio

- Vaso precipitado
- Fiola, pisetas
- Potenciómetro
- Termómetro

Equipos de laboratorio

- Cocina semi industrial.
- Termómetro marca HANNA.
- Refractómetro marca HANNA.
- Potenciómetro HANNA
- Balanza gramera y digita marca KAMBOR.
- Licuadora marca Oster capacidad 2 litros.
- Molino
- Equipo de titulación
- Estufa
- Alcoholímetro

Indumentaria

- Cofia, protector bucal
- Guardapolvo
- Guantes de látex
- Botas

Otros materiales

- Bolsas de polipropileno de 8x12
- Bolsas trilaminadas
- Materiales para prueba sensoriales
- Material de escritorio
- Computadora, calculadora
- Cámara

3.6.3.2 Proceso de elaboración del maíz germinado

Para el proceso de germinado de maíz amarillo duro se utilizó la metodología aplicada por Vásquez (2019) se detalla a continuación:

a) Descripción del proceso para el germinado de maíz

Remojo: El maíz se remojo durante 12 horas utilizando agua proveniente de la red de suministro público en una relación de 1:2, es decir, por cada kilogramo de maíz se añadió 2 litros de agua. Durante este tiempo, se mantuvo una temperatura media de entre 13 y 17°C.

Germinación: Esta operación consistió en escurrir el agua y, seguidamente, enjuagar el maíz con agua potable. Luego, el maíz fue colocado en un recipiente de plástico y cubierto con un manto de tela de tocuyo limpio. El recipiente que contenía las semillas de maíz se colocó en un lugar fresco, a temperatura ambiente, bajo sombra. La germinación del maíz tomó alrededor de 3 a 4 días.

Molienda: Finalizada la etapa de germinación, el maíz fue molido utilizando un molino manual marca "Corona". Esta molienda se realizó de manera lenta, evitando el aumento de temperatura y garantizando la viabilidad de las amilasas presentes en el maíz germinado. La molienda se utilizó en las proporciones especificadas en la elaboración del masato según cada tratamiento. Se coordinó el tiempo de manera que, al finalizar la molienda, esta se agregó inmediatamente a la formulación del masato.

3.6.3.3 Proceso de elaboración de obtención de camote

Se pasó a lavar el camote con abundante agua para luego pelarlo con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable, luego se pasó a rallar el camote con la ayuda de un rallador de acero inoxidable por el lado más pequeño para tener mejores resultados.

3.6.3.4 Proceso de elaboración de masato

Concluido el proceso de germinación del maíz amarillo duro se procedió a elaborar masato de cada uno de los tratamientos en estudio como se detalla en la descripción de las operaciones y el diagrama de flujo.

b) Descripción de las operaciones para la elaboración del masato

Recepción: Se recepcionó la yuca, el maíz germinado y el camote y se verifico que estén con la madurez fisiológica adecuada.

Pelado: Se utilizó un cuchillo de acero inoxidable para realizar un corte superficial en la cáscara externa (epidermis) de la yuca, que es gruesa y fibrosa, con el fin de retirarla.

Lavado: Se utilizaron cepillos para remover la tierra y suciedad adherida. Luego, se preparó una solución desinfectante a base de hipoclorito de sodio con una concentración de 20 ppm, en la que se sumergió la yuca durante un tiempo controlado de entre 1 y 5 minutos.

Picado: Esta operación se realizó de manera manual, utilizando un cuchillo de acero inoxidable. Se realizaron cortes transversales a la yuca con una longitud promedio de 10 cm y cortes longitudinales a los trozos de 10 cm con diámetros mayores a 10 cm.

Cocción: En una olla de acero inoxidable, se cocinó la yuca durante aproximadamente 45 minutos, hasta verificar que los trozos estaban suaves.

Molienda: Luego de la cocción, se pasó a escurrir el agua sobrante, se procedió a la molienda obteniendo una masa homogénea, en ese proceso se consigue una masa semisólida.

Mezclado: Consistió en mezclar la masa de yuca con camote rallado y maíz germinado molido. Esta actividad se realizó en un recipiente limpio y, posteriormente, se amasó hasta obtener una mezcla homogénea. Esta operación se aplicó a los tratamientos establecidos para la investigación: (YCCA: 90 % yuca + 10 % camote), (YMCA: 95 % yuca + 5 % maíz) y (YYCA: 100 %).

Inoculación - hidrolisis: Esta operación consistió en inocular la amilasa (Alfa-amilasa fúngica en polvo) a las masas de cada uno de los tratamientos, para realizar esta operación se diluyó (70 % masa y 30% agua). Se inoculó las enzimas (Alfa-amilasa fúngica en polvo) en una proporción de 0.3% en función de la masa total de la dilución realizada, este monto se tomó en cuenta de su ficha técnica de la amilasa. La masa diluida se mantuvo a una temperatura entre 55°C a 70° durante 80 minutos.

Inactivación de enzimas: Concluido el tiempo de hidrolisis, la mezcla alimentaria fue sometido a una pasteurización de 95°C durante 5 minutos para desactivar las enzimas.

Enfriado: Operación que consistió en dejar que la masa hidrolizada hasta temperatura ambiente.

Fermentado: Todos los tratamientos fueron inoculados con la levadura comercial *Saccharomyces Cerevisiae*, en una proporción de 1.5%. Antes de la inoculación se tuvo que medir los grados Brix iniciales en cada tratamiento. La fermentación se realizó en recipientes acondicionados para la fermentación anaerobia y para la toma de muestras, controlando así el cambio de °Bx, cuando este sea constante se obtuvo la fermentación (tiempo de fermentación).

Filtrado: Esta operación se realizó filtrando la masa fermentada por un filtro con tela de tocuyo en un balde previamente desinfectado.

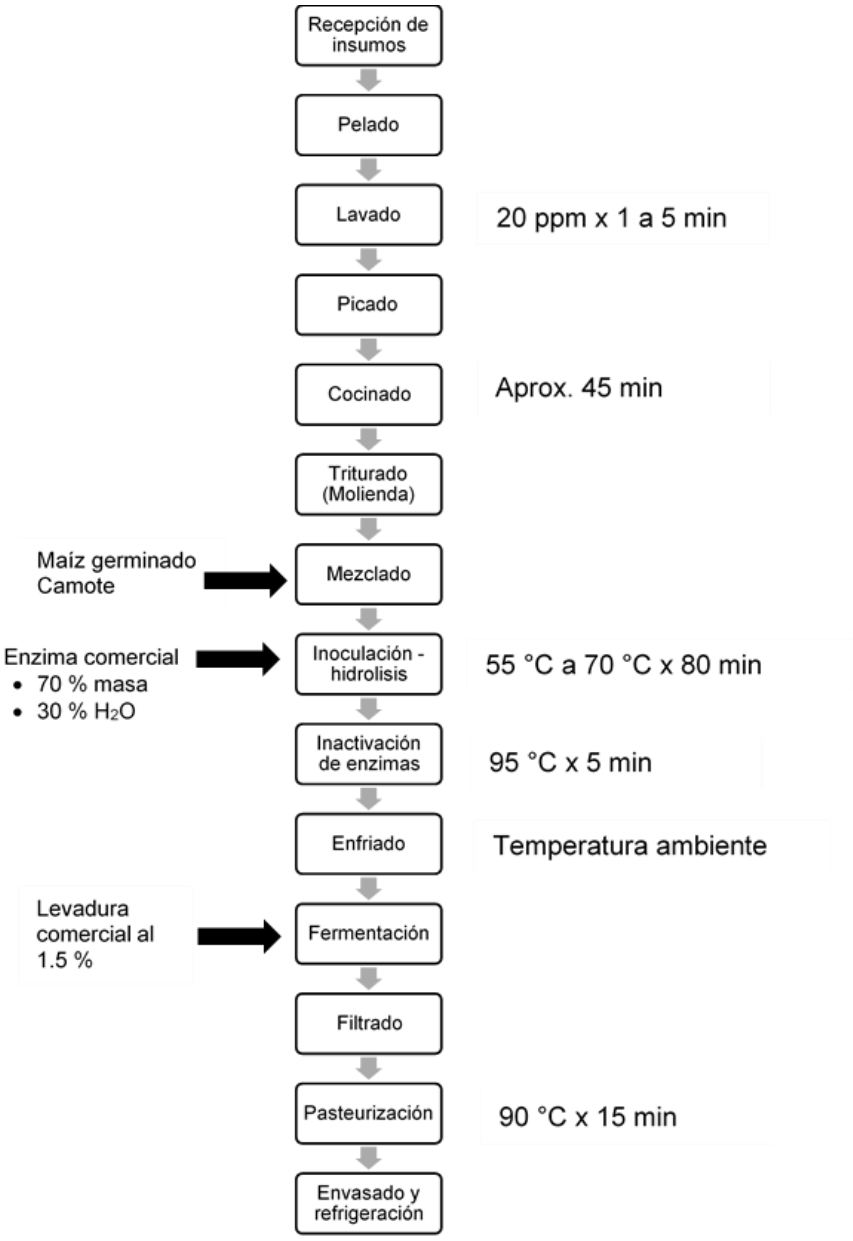
Pasteurizado: Se realizó el tratamiento térmico la temperatura a 90°C por 15 minutos en una olla acerada.

Envasado: Los tratamientos elaborados fueron envasados en recipientes de vidrio a la temperatura de 85 °C con tapa hermética.

Almacenado: Fueron almacenados en refrigeración para su posterior análisis sensorial y fisicoquímico.

c) Diagrama de flujo para la elaboración del masato

Figura 2: Flujograma del proceso de elaboración del masato



d)Determinación del tiempo de fermentación

Al inicio de la fermentación, en el proceso de elaboración de los masatos, se realizó la medición de los grados Brix (°Bx), así tomaremos el punto de inicio de fermentación, se tomará la medición de los (°Bx) de manera constante para evaluar el cambio de este parámetro, para la construcción de una curva de

evolución. Cuando se ha mantenido constante fue el indicativo que la fermentación termino. Otro indicativo que se tomó fue la generación de espuma en los fermentos. La toma de muestra se realizó mediante mangueras conectadas con el sustrato, pero que no tienen contacto directo con el ambiente solo al momento de tomar la muestras. Se empleó un refractómetro para la lectura de los (°Bx).

3.6.3.5 Análisis fisicoquímico

Se realizó los análisis fisicoquímicos de los tratamientos en estudio, se empleó la metodología normalizada de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC 2012).

- Acidez titulable (%) - AOAC 935.57
- pH - AOAC 981.12
- Contenido alcohólico (%) - AOAC 920.57
- Grados Brix (°Bx) - AOAC 932.14

3.6.3.6 Análisis sensorial

El análisis sensorial de los masatos producidos con los tratamientos en estudio fue analizado por 40 panelistas no entrenados, para ello se usaron cabinas individuales para eliminar así las distracciones, con iluminación adecuada y otras condiciones del ambiente que no interfieran con la respuesta de los evaluadores sensoriales. Se contó con agua destilada para que se enjuaguen sus papilas gustativas. Se llevó a cabo una evaluación utilizando un

enfoque descriptivo basado en puntuaciones y pruebas de aceptación o afectivas. Estas pruebas se utilizaron para medir el nivel de satisfacción o aceptabilidad del producto, con el objetivo de determinar cuál de una serie de productos es el más aceptado o preferido. Se utilizaron una ficha de evaluación, diseñada para consumidores habituales del producto con una escala hedónica de 5 puntajes para cada uno de los diferentes tratamientos (Guarin 2022): (1) Me desagrada totalmente, (2) Me desagrada un poco, (3) No me agrada ni me desagrada, (4) Me agrada y (5) Me agrada demasiado.

3.6.3.7 Análisis microbiológicos

El análisis microbiológico de la muestra se realizó en el laboratorio de microbiología de la Escuela de Enfermería de la Universidad Nacional de Ucayali, utilizando medios selectivos para bacterias Gram positivas, Gram negativas, levaduras y hongos. La muestra fue recolectada utilizando la técnica aséptica para evitar cualquier contaminación externa.

Para la preparación de las muestras, estas fueron homogenizadas y procesadas bajo condiciones asépticas. Las diluciones fueron realizadas en diluyente estéril y solución salina estéril para obtener una concentración adecuada de microorganismos. Posteriormente, la muestra homogénea fue sembrada sobre la superficie del medio de cultivo utilizando un asa estéril.

Entre los medios de cultivo utilizados, se empleó agar Sabouraud, que es selectivo para el crecimiento de hongos y levaduras. Tras el período de

incubación, las colonias fueron contadas y analizadas para determinar la carga microbiológica y evaluar la presencia de microorganismos específicos.

3.6.4 Variables evaluadas

3.6.4.1 Independiente

F1: yuca + sustituto: Formulación de proporciones

- YC = 90% Yuca + 10% camote
- YM = 95% yuca + 5% maíz
- YY = 100% yuca

YC = yuca + camote; YM = yuca + maíz; YY = yuca

F2: Porcentaje de Amilasa comercial

- SA = 0%
- CA = 3%

SA = Sin amilasa; CA = Con amilasa

3.6.4.2 Dependiente

Análisis químicos

- Acidez titulable
- pH
- Contenido alcohólico
- Grados brix

Evaluación sensorial de los diferentes tratamientos

- Aroma

- Color
- Textura
- Sabor

CAPÍTULO IV

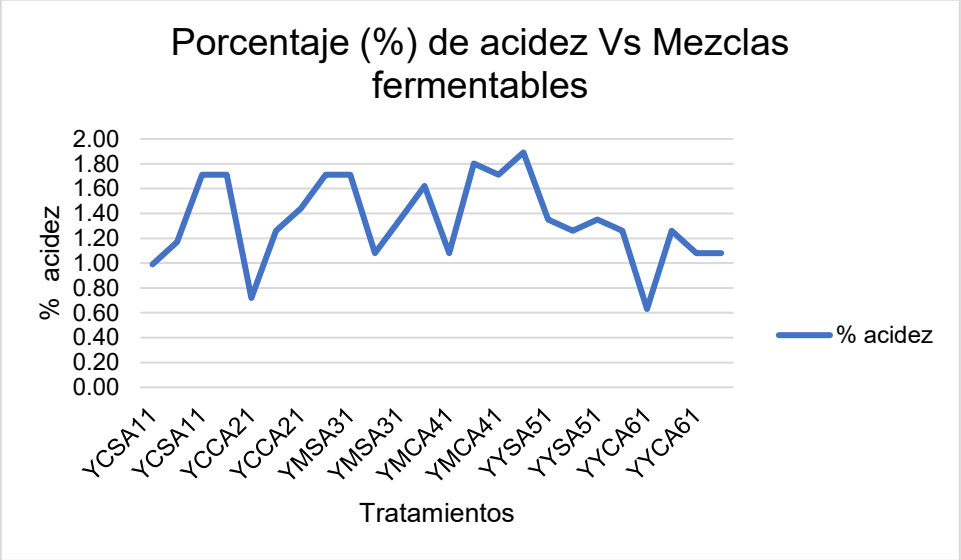
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis fisicoquímicos a los diferentes tratamientos de masato.

4.1.1 Acidez titulable (%)

En la figura 3, se muestra la variación del % de acidez total desde el inicio hasta el final de la fermentación (5 días) de todos los tratamientos. Se observa fluctuaciones, con valores que oscilan entre 0,8% y 1,8%, reflejando cambios dinámicos en el sistema.

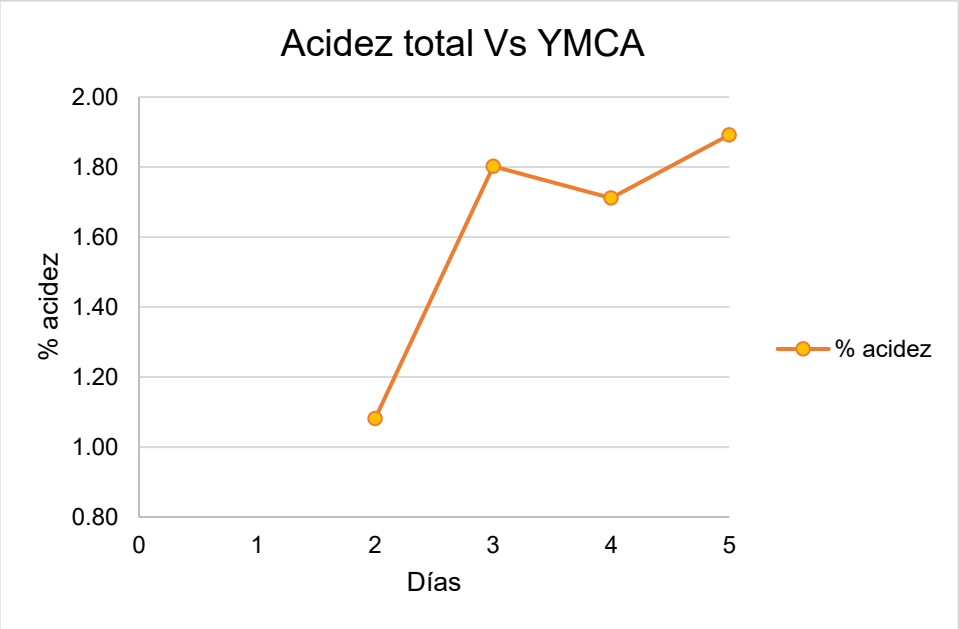
Figura 3. Comportamiento del % acidez Vs mezclas fermentables



Como se puede observar en la figura 3, se evidencia que el % de acidez total varía significativamente en función de las mezclas fermentables, con un rango comprendido entre 0,8 % y 1,8 %. Los tratamientos como YCCA (90 %Yuca + 10 % Camote + 0.3 % Amilasa) y YMCA (95 %Yuca + 5 % Maíz + 0.3 % Amilasa) mostraron los porcentajes más altos de acidez, lo que podría indicar una mayor producción de ácidos orgánicos durante el proceso fermentativo. Por

otro lado, mezclas como YCCA 11 (90 %Yuca + 10 % Camote + 0.3 % Amilasa) y YYSA 51 (100 %Yuca + 0 % Amilasa) presentan los valores más bajos, reflejando una menor actividad ácida o un proceso más controlado.

Figura 4. Acidez total Vs YMCA



En la figura 4, se muestra la variación de la acidez total del tratamiento YMCA (95 % yuca + 5 % maíz + 0.3 % amilasa). Inició la fermentación con una acidez total de 1,08 % y al final de la fermentación alcohólica se determinó una acidez total de 1,89 %.

En estudios realizados sobre bebidas fermentadas con lactosuero, (Gómez L, 2017) encontraron que la acidez titulable se mantiene estable durante el almacenamiento a bajas temperaturas, lo que sugiere un equilibrio microbiano una vez alcanzada una fase estacionaria en la fermentación. Esto es coherente

con la tendencia observada en el masato, donde la acidez se estabiliza hacia el día 15, indicando que la actividad fermentativa alcanza un equilibrio.

Por otra parte, Park et al. (2014) en estudios sobre kimchi, destacaron que los niveles de acidez reflejan no solo la actividad fermentativa, sino también el impacto del pH en la regulación de comunidades microbianas específicas, un fenómeno igualmente observable en el masato donde la mezcla fermentable influye en la actividad ácida.

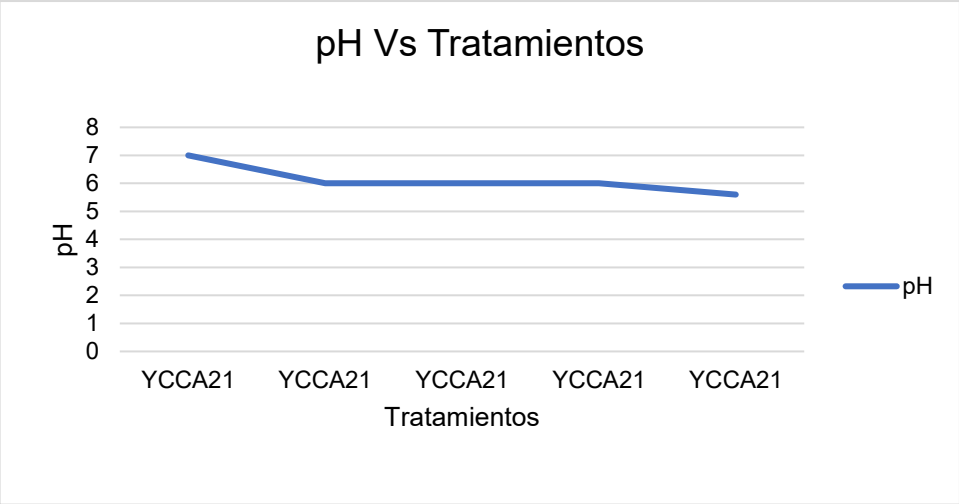
El estudio de la composición de las mezclas fermentables es crucial para entender las diferencias en la acidez titulable. Zheng et al. (2020), investigaron la fermentación de bebidas con base en diferentes fuentes de almidón y encontraron que la adición de enzimas como la amilasa (Alfa-amilasa fúngica en polvo) incrementa la disponibilidad de azúcares simples, lo que favorece una mayor producción de ácidos orgánicos en las primeras fases. Esto coincide con los resultados del masato, donde las formulaciones que incluyen amilasa (Alfa-amilasa fúngica en polvo) presentan mayores niveles de acidez.

Además, en bebidas tradicionales como la chicha, López et al. (2019) destacaron que la variación en la proporción de yuca, camote y maíz influye directamente en la actividad microbiana y en el perfil de acidez. Las combinaciones con mayor diversidad de sustratos fermentables tienden a desarrollarse.

4.1.2 pH

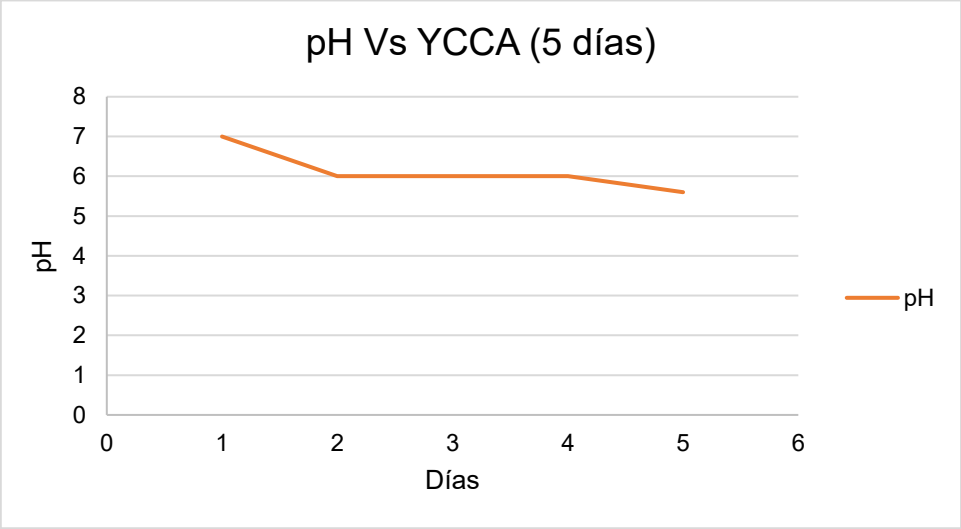
En la figura 5, se puede observar la gráfica de pH durante la fermentación. Inicio el proceso de fermentación en todos los tratamientos con un pH promedio de pH 7.0. Se tuvo en promedio un pH 6.0 del segundo al quinto día del proceso de fermentación, manteniéndose el pH estable hasta el final del proceso de fermentación.

Figura 5. pH Vs tratamientos



En la figura 6, se muestra el pH durante la fermentación del YCCA, observándose la estabilidad del pH durante los cinco días en que se desarrolló el proceso de fermentación, manteniéndose en un rango cercano a la neutralidad (6.0 pH - 7.5). Esto indica que, a lo largo de todas las muestras, no se produjo una acidificación significativa, lo cual sugiere una baja generación de ácidos orgánicos durante la fermentación.

Figura 6. pH Vs YCCA (5 días)



En relación con la estabilidad del pH en las diferentes mezclas fermentables, los estudios de Zheng et al. (2020) sobre bebidas fermentadas a base de almidón muestran que ciertas formulaciones permiten un pH más bajo debido a una mayor conversión de azúcares simples en ácidos. Así mismo en los estudios de Magua y Chancusig (2020) sobre el masato semisólido de yuca, obtuvo en un tratamiento como chica blanca obtuvo un pH por encima de 5.20 menciona por el tiempo de fermentación no se logró concluir con la fermentación, Sin embargo, en el caso de las mezclas evaluadas, el rango de pH entre 6.0 y 7.5 sugiere un proceso más limitado en la producción de ácidos, posiblemente por una menor actividad de microorganismos ácido-lácticos o la presencia de compuestos que amortiguan la acidez.

4.1.3 Contenido alcohólico (Destilación simple)

En el Tabla 2, se muestra el contenido de alcohol de los tratamientos al final de la fermentación, a los que se aplicó el ANOVA respecto al contenido de alcohol. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de % alcohol entre un nivel de tratamientos, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, se aplicó la prueba de Múltiples Rangos de Tukey.

Tabla 2. Porcentaje de alcohol entre tratamientos

Tratamiento	**YCSA**	**YCCA**	**YMSA**	**YMCA**	**YYSA**	**YYCA**
% Alcohólico	2.93	5.03	2.87	4.00	3.28	2.93

En el Tabla 3, se observa que el tratamiento YCCA (90 %Yuca + 10 % Camote + 0.3 % Amilasa), alcanzó el mayor porcentaje alcohólico (5% de alcohol) post fermentación. En contraste, el tratamiento YMSA (95 %Yuca + 0.5 % Maíz + 0 % Amilasa) que mostró un porcentaje más bajo de producción de alcohol (3% alcohol).

Tabla 3. Prueba de Tukey para % alcohol de los tratamientos

Tratamientos	**Media**	**Grupos Homogéneos**
YMSA	2.86667	a
YYCA	2.93333	a
YCSA	2.93333	a

YYSA	3.27667	a
YMCA	4.00000	b
YCCA	5.03333	c

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

En su investigación Parra (2016), destacó que la composición de los sustratos, incluyendo su proporción de almidón y el uso de enzimas como la amilasa, afecta directamente la eficiencia de la fermentación y la producción de etanol. Mezclas con mayor disponibilidad de azúcares fermentables tienden a producir mayores concentraciones alcohólicas.

4.1.4 Grados Brix (°Bx)

El Tabla 4, se muestra la prueba de rangos múltiples de TUKEY de los tratamientos en estudio del comportamiento de los grados brix durante 5 días de fermentación. Los resultados muestran que existe diferencia significativa entre los tratamientos, entre los días y entre días y tratamientos. Al aplicar la prueba de rangos múltiples de Tukey el tratamiento YMCA (95 % yuca + 5 % maíz + 3 % amilasa) alcanzo 12 °Bx, seguido del tratamiento YMSA (95% Yuca + 5% camote + 0 % amilasa) con 10 °Bx el tratamiento que tuvo menos contenido de Brix fue el YYSA (100 % yuca + 0 % amilasa).

Tabla 4. Valores de Brix de los tratamientos durante la fermentación.

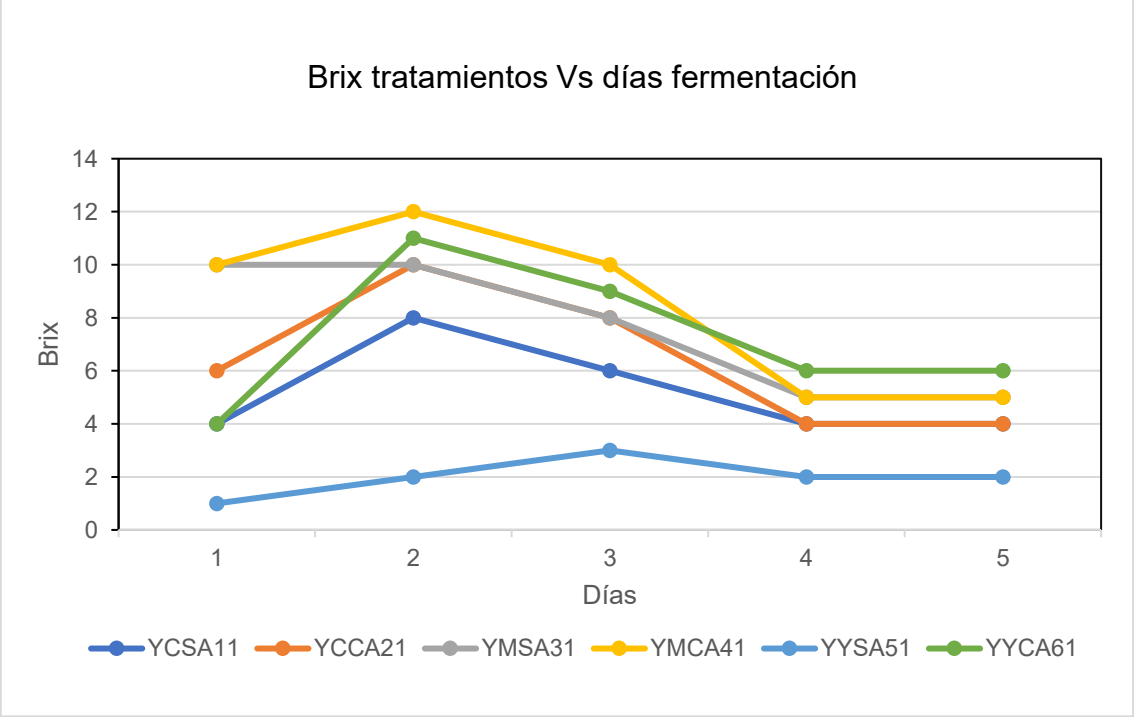
Mezclas fermentables	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
YYSA	12	1.9	0.0657929	a

YCSA	12	5.4333	0.0657929	b
YYCA	12	6.7083	0.0657929	c
YCCA	12	6.9916	0.0657929	d
YMSA	12	8.25	0.0657929	e
YMCA	12	9.1666	0.065792	f

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

En la figura 7, se muestra la variación de brix durante el proceso de fermentación entre los tratamientos en estudio.

Figura 7. Contenido de °Bx en la fermentación



En su investigación, Gänzle (2020), destacó que la incorporación de enzimas en productos ricos en almidón no solo mejora la eficiencia fermentativa,

sino también las características sensoriales, aumentando la viscosidad y mejorando la homogeneidad del producto final.

En el tratamiento YMCA con la enzima amilasa (Alfa-amilasa fúngica en polvo) se observa su efecto al lograr mar contenido de °Bx respecto a la YMSA.

Mientras tanto López et al. (2019) en su investigación encontraron resultados similares en la fermentación de chicha, donde la textura y la viscosidad mejoraron significativamente con la adición de enzimas y la mezcla de distintos sustratos, como el maíz, que aporta polisacáridos solubles que contribuyen a la percepción de cuerpo.

La adición de la amilasa a las mezclas de yuca con camote y yuca con maíz germinado tuvieron un mejor desempeño en la fermentación debido a las propiedades de la enzima y los componentes del camote y maíz amarillo duro germinado, destacando en desempeño YCCA (yuca + camote + 3% de amilasa).

4.2 Análisis sensorial y aceptabilidad a los diferentes tratamientos

4.2.1 Aroma

En el Tabla 5, se observa que para el atributo aroma, el tratamiento YCCA (90 %Yuca + 10 % Camote + 0.3 % Amilasa) obtuvo mayor desempeño en la evaluación por los jurados no entrenados, con una suma de rangos de 169 y una media de 4.23. En cambio, **YYCA** (100 %Yuca + 0.3 % Amilasa) tiene el menor rango (124 y 3.1), lo que sugiere un desempeño inferior. Estadísticamente entre

los tratamientos tuvo un valor P 0.042 que es menor que 0.05, lo que indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

El tratamiento con amilasa (CA) YCCA en el atributo aroma. muestra mejor desempeño que los sin amilasa (SA).

Tabla 5. Evaluación sensorial del atributo aroma

Tratamientos	N	p	Suma (R)	Media (R)	
YYCA	40		124	3.1	a
YYSA	40		133	3.33	a b
YMCA	40	0.0420	135	3.38	a b c
YCSA	40		136	3.4	a b c d
YMSA	40		143	3.48	a b c d e
YCCA	40		169	4.23	e

Valores con letras diferentes indican diferencias significativas. (p <0,05)

Según el trabajo de Grasso et al. (2020), las propiedades aromáticas en productos fermentados están fuertemente influenciadas por la composición de ingredientes y la actividad microbiana durante la fermentación. El uso de amilasas incrementa la liberación de compuestos volátiles, mejorando el perfil aromático. Esto coincide con la preferencia mostrada por el tratamiento YCCA, que utilizó camote como ingrediente adicional.

4.2.2 Textura

En el Tabla 6, se observa que existe diferencia estadísticamente significativa con un p valor de 0.0001 entre los tratamientos para atributo de textura, con un nivel del 95.0% de confianza. Existe una jerarquía de desempeño entre los tratamientos, donde **YCCA** (90 %yuca + 10 % camote + 0.3 % amilasa) sobresale con los rangos más altos, seguido por **YMCA** y **YMSA**. Los tratamientos YYCA y YCSA tienen los mismos rangos más bajos, indicando un menor desempeño en la evaluación sensorial realizada.

Tabla 6. Evaluación sensorial del atributo textura

Tratamientos	N	p	Media (R)	
YYCA	40		2,74	a
YYSA	40		3,00	a b
YCSA	40	0.0001	3,05	a b c
YMSA	40		3,76	a b c d
YMCA	40		3,81	a b c d e
YCCA	40		4,64	f

Valores con letras diferentes indican diferencias significativas. (p <0,05)

La textura, mejora significativamente con el uso de almidones y enzimas, (Cichonska P., 2022) En su investigación menciona que los productos que combinan ingredientes como maíz y camote tienden a ser más cremosos y suaves, lo que concuerda con los resultados de mayor puntuación en textura en el tratamiento YCCA. Este estudio también señaló que una fermentación más eficiente contribuye a la uniformidad de la textura.

4.2.3 Color

En el Tabla 7, se observa que existe diferencia estadísticamente significativa con un p valor de 0.0001 entre los tratamientos para atributo color, con un nivel del 95.0% de confianza. Existe una jerarquía de desempeño entre los tratamientos, donde **YCCA** (90 %yuca + 10 % camote + 0.3 % amilasa) sobresale con los rangos más altos, seguido por **YMCA** y **YYSA**. Los tratamientos YYCA, YMSA y YCSA tienen los mismos rangos más bajos, indicando un menor desempeño en la evaluación sensorial realizada.

Tabla 7. Evaluación sensorial del atributo color

Tratamientos	N	p	Suma (R)	Media (R)	
YYCA	40		110.5	2,76	a
YCSA	40		121.5	3,04	a b
YYSA	40	0,0001	130.5	3,261	a b c
YMSA	40		150.0	3,75	c d
YMCA	40		162.0	4,05	d
YCCA	40		165.5	4,14	d

Los valores de los promedios pertenecen a la escala de 1 a 5.
Valores con letras diferentes indican diferencias significativas. (p <0,05)

En cuanto al color, Tangyu et al. (2019) demostraron que las características visuales de bebidas fermentadas son un factor clave en la aceptabilidad del consumidor. Las mezclas con aditivos como camote o maíz suelen tener tonalidades más atractivas, aumentando la percepción de calidad. En este sentido, el tratamiento YCCA destaca como el más aceptado.

4.2.4 Sabor

En el Tabla 8, se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa con un p valor de 0.1012 entre los tratamientos para atributo de sabor, con un nivel del 95.0% de confianza. Aunque **YCCA** (90 %yuca + 10 % camote + 0.3 % amilasa), YMSA y YMCA muestran el mejor desempeño promedio, las diferencias entre los tratamientos no alcanzan significancia estadística (p=0.1012).

Tabla 8. Evaluación sensorial del atributo sabor

Tratamientos	N	p	Suma (R	Media (R)	
YYCA	40		127.0	3,08	a
YYSA	40		129.0	3,11	a b
YCSA	40	0,1012	132.0	3,19	a b c
YMCA	40		135.5	3,28	a b c
YMSA	40		157.5	3,81	b c
YCCA	40		159.0	4,54	c

Los valores de los promedios pertenecen a la escala de 1 a 5. Valores con letras diferentes indican diferencias significativas. (p <0,05)

El sabor es uno de los principales determinantes de la aceptación sensorial. Estudios como el de Marlapati et al. (2024) resaltan que la fermentación con enzimas específicas puede potenciar la generación de compuestos responsables de un sabor equilibrado, tal como se observó en el tratamiento YCCA.

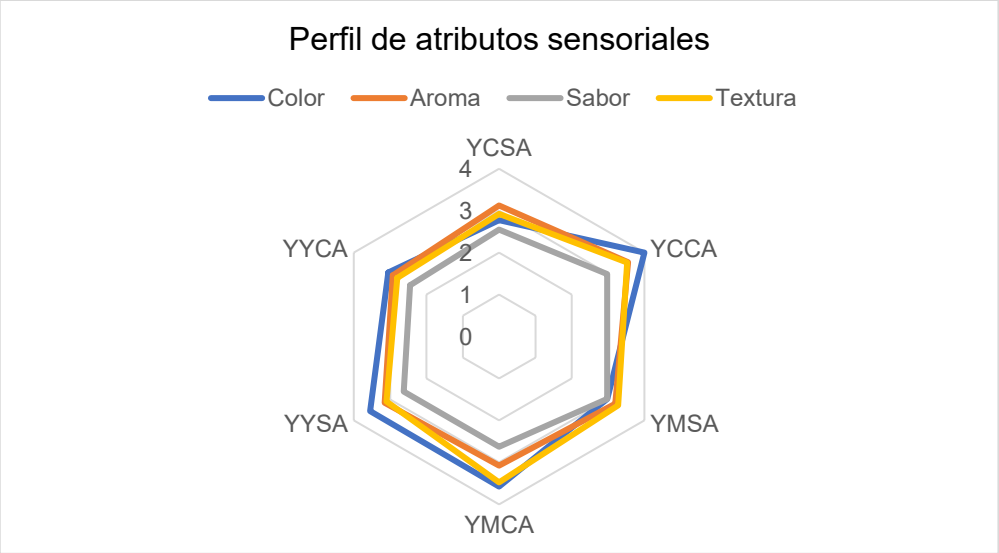
4.2.5 Perfil de atributos sensoriales

Como se puede observar en la figura 9, se representa el perfil sensorial de los diferentes tratamientos en función de los atributos color, aroma, sabor y textura. Cada línea del gráfico muestra cómo se percibió cada muestra en estos atributos. El uso de amilasa (Alfa-amilasa fúngica en polvo) mejora la textura y, en algunos casos, el aroma; las muestras con camote (YCSA y YCCA) tienen una mejor percepción sensorial en comparación con las que contienen maíz, y las formulaciones sin adición de amilasa (Alfa-amilasa fúngica en polvo) tienen una menor aceptación en textura, lo que sugiere que la enzima juega un papel clave en la mejora del producto. Este análisis permite identificar qué formulaciones de masato son más aceptadas y cómo influyen los ingredientes en la calidad sensorial.

Tabla 9. Evaluación de atributos sensoriales.

Atributos	**YCSA**	**YCCA**	**YMSA**	**YMCA**	**YYSA**	**YYCA**
Color	2.775	4	2.975	3.575	3.55	3.05
Aroma	3.125	3.55	3.2	3.075	3.15	2.925
Sabor	2.55	2.975	2.975	2.625	2.625	2.45
Textura	2.925	3.525	3.275	3.475	3.1	2.8

Figura 8. Perfil de atributos sensoriales.



4.2.6 Análisis microbiológicos (al mejor tratamiento)

Se realizó el análisis microbiológico, utilizando medios selectivos para bacterias Gram positivas, Gram negativas, levaduras y hongos, no evidenció crecimiento bacteriano significativo en los medios utilizados, lo que concluye una ausencia de carga bacteriana significativa obteniendo como resultado Coliformes totales 05 UFC/mL, E. coli 00 UFC/250 mL. Sin embargo, en el medio Sabouraud agar, que es selectivo para hongos y levaduras, se observó Hongos (filamentosos) 05 UFC/mL, crecimiento de levaduras 10^5 UFC/mL. Esto indica la presencia activa de microorganismos fermentativos en la muestra.

Mientras tanto Gómez & López (2022) hacen mención que porcentaje de cumplimiento de cada criterio microbiológico (CM) de higiene de proceso y de seguridad alimentaria se refiere a la proporción de muestras que cumplen con

los límites establecidos para diferentes microorganismos. En el estudio, se encontró que el producto Masato presentó con recuentos de E. coli, Staphylococcus aureus y coliformes totales que superaron los límites permitidos tuvo un cumplimiento del 50% en los criterios microbiológicos, la presencia de microorganismos patógenos en estos alimentos sugiere que no son aptos para el consumo humano, lo que resalta la necesidad de implementar buenas prácticas de manufactura y capacitación para los productores.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- Los resultados fisicoquímicos de los tratamientos muestran que la acidez titulable total está comprendida entre 0.8 % y 11.8 %, mientras que el pH promedio es de 6. En cuanto al contenido alcohólico, el tratamiento YCCA presentó el mayor valor con un 5 %, mientras que el tratamiento YMSA alcanzó el menor porcentaje con un 3 %. El contenido promedio de solidos solubles al final de la fermentación fue de 4.3 °Brix.
- En el análisis sensorial, el tratamiento YCCA (90 % yuca + 10 % camote + 0.3 % amilasa) obtuvo la mejor aceptación, destacando en los atributos de color, aroma, sabor y textura, posicionándose como el tratamiento más preferido.
- Desde el punto de vista microbiológico, el masato elaborado con el tratamiento YCCA (90 % yuca + 10 % camote + 0.3 % amilasa) cumplidó con los estándares establecidos por la NTS N°071 MINSA/DIGESA-V.01. Esto refleja la correcta aplicación de buenas prácticas de manufactura (BPM) durante su elaboración.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el tratamiento YCCM (90 %yuca + 10 % camote + 0.3 % amilasa) para impulsar la industrialización del masato como una estrategia para aprovechar su valor cultural, nutricional y económico.
- Realizar trabajos de investigación con sustitución parcial de plátano maduro, pan de árbol, caña de azúcar etc.
- Realizar trabajos de investigación en la determinación de sustancias bioactivas en el masato.
- Se recomienda realizar trabajos de vida en anaquel de masato envasado en botellas de vidrio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, M. R., & Moss, M. O. (2008). *Food microbiology* (3rd ed.). Royal Society of Chemistry. https://doi.org/10.1039/9781847557940

Aliaga, I., Velásquez, F., Mendoza, R., & Chuquilín, R. (2011). Efecto de la aplicación de Chlorpropham en el brotamiento de tubérculos de olluco (*Ullucus tuberosus* L.) en condiciones de almacén. *Agroindustrial Science,* *2*(7). https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/48

Amagua, G. G. S., & Chancusig, C. A. P. (2020). *Estudio del comportamiento de un preparado enzimático (α-amilasa y amiloglucosidasa) sobre masato semi-sólido de yuca (Manihot esculenta Crantz) para la obtención de una bebida* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6693/1/PC-000872.pdf

Andrade, A. P. M. (2022). *Optimización del proceso de elaboración de bebidas fermentadas a base de yuca (Manihot esculenta) mediante preparados enzimáticos* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Cotopaxi]. http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9067/1/MUTC-001315.pdf

AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis* (19th ed.). Association of Official Analytical *Chemists*.

Arias, A., Barrio, E., Belloch, C., Quillama, E., & Querol, A. (2009). Identificación molecular de levaduras aisladas del masato, bebida fermentada

tradicional del Perú. *VII Simposio Internacional de Producción de Alcoholes y Levaduras*. https://www.researchgate.net/publication/228480519

BDPI. (2020). *Yine*. Ministerio de Cultura del Perú. https://bdpi.cultura.gob.pe/pueblos/yine

Beovides, G. Y., Milián, J., Coto, A. O., & Rayas, C. A. (2014). Morphological and agronomic characterization of Cuban cassava cultivars (*Manihot esculenta* Crantz). *Cultivos Tropicales, 35*. https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20143209352

Bernal, B. C. R., Morales, D., Cuéllar, L., & Jaramillo, S. (2017). Hidrólisis enzimática del almidón. *Revista de Investigación, Fundación Universidad de América, 10*(12). https://revistas.uamerica.edu.co/index.php/rinv/article/view/70/65

Blogger. (2011). Bebidas típicas de San Martín. *Lugares Turísticos del Perú y su Diversidad*. http://4.bp.blogspot.com/-TP94dS1IIxY/ThIU0MukDLI/AAAAAAAAAV4/qTifXBCUyN4/s1600/masato.JPG

Carbonera, s.f. *Bioquímica de las fermentaciones*. https://oa.upm.es/55235/1/FERMENTACIONES.pdf

Cichonska, P., Grasso, S., & Marlapati, V. (2022). Review on Effect of fermentation on sensory and physicochemical properties of plant-based

beverages. Food Research International, 145, 110382. https://annalsmicrobiology.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13213-024-01763-w#:~:text=Fermentation%20also%20improves%20the%20sensory,are%20high%20in%20cereal%20crops.

Daggett, C. (1983). Las funciones del masato en la cultura Chayahuita. *Anthropologica*. https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/anthropologica/article/download/6314/6358

Díaz, E. (2022). *Evaluación del contenido y tipo de alcoholes superiores durante el proceso fermentativo de la yuca (Manihot esculenta)* [Tesis, Universidad Intercultural de la Amazonía]. https://repositorio.unia.edu.pe/items/8a4fe78e-6235-473b-a85a-4f051dfe0809

Doyle, M. P., & Beuchat, L. R. (2007). *Food microbiology: Fundamentals and frontiers* (3rd ed.). ASM Press.

Estrada, A. (2023). *Elaboración de una bebida a base de yuca (Manihot esculenta Crantz) con fermentación sólida y sumergida* [Tesis, Universidad Técnica de Ambato]. https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7bcaadcb-b1a7-4aad-9fde-fd56a46c1dfa/content

Fellows, P. J. (2009). *Food processing technology: Principles and practice* (3rd ed.). CRC Press. https://www.sciencedirect.com/book/9781845692162/food-processing-technology#book-description

Fleet, G. H. (2003). Yeast interactions and wine flavour. *International Journal of Food Microbiology, 86*(1–2), 11–22. https://doi.org/10.1016/S0168-1605(03)00245-9

Gänzle, M. G. (2020). Fermented foods. In *Encyclopedia of Food Microbiology* (3rd ed., pp. 123–136). Elsevier.

Gómez, L., & Pérez, M. (2017). Calidad fisicoquímica y microbiológica de bebidas probióticas fermentadas a base de lactosuero. *Revista Científica, 27*(5), 265–269.

Grasso, S., & Tangyu, M. (2020). Aroma compounds and sensory quality in fermented beverages. *Journal of Food Science, 85*(6), 1789–1799. https://doi.org/10.1111/1750-3841.15199

Guarín, L. L. K. (2022). *Evaluación de las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida tipo "masato" empleando levaduras aisladas de residuos agroindustriales* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/49343/lkguarinli.pdf

Intilandtours. (2012). Masato. https://intilandtours.pe/masato

Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern food microbiology* (7th ed.). Springer.

Jolly, N. P., Varela, C., & Pretorius, I. S. (2014). Not your ordinary yeast: Non-*Saccharomyces* yeasts in wine production. *Trends in Food Science & Technology, 43*(2), 139–151. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.002

Kitamoto, K. (*2015*). *Aspergillus oryzae*: A pivotal organism in Japan's brewing and food industry. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 79*(6), 863–869. https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09168451.2015.1023249

Kwak, C. S., et al. (2014). Changes in pH, acidity, and microbial communities during *fermentation* of kimchi. *Food Microbiology, 39*, 33–40.

Leite, A. M., et al. (2013). Probiotic potential of selected lactic acid bacteria strains isolated from Brazilian kefir grains. *Food Microbiology, 36*(2), 275–281.

Liu, H., & Huang, Y. (2023). Enzyme applications in food biotechnology. *Trends in Food Science & Technology, 150*, 134–145. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.01.014

López, J., & Zavaleta, A. (2019). *Fermentación de bebidas a base de tubérculos: Revisión de literatura*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4719/066010.pdf

Malimón, E. (2022). *Desarrollo de bebida tradicional fermentada amazónica: Masato de yuca* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/8656

Martínez, A. R., & López, M. G. (2016). Metabolismo de levaduras en la fermentación alcohólica. *Revista Latinoamericana de Microbiología, 58*(2), 95–102. https://doi.org/10.22201/fesz.23958389e.2016.0.129

Ministerio de Cultura. (2020). *Masato: Bebida ancestral del pueblo Yine*. https://bdpi.cultura.gob.pe/sites/default/files/investigacion/bebida_masato_yine.pdf

Ministerio de Salud. (2019). *Lineamientos para la vigilancia de la inocuidad de bebidas fermentadas artesanales*. Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria. https://www.digesa.minsa.gob.pe/normas/lineamientos_bebidas.pdf

Mondragón, M. P., & Rodríguez, D. J. (2018). *Elaboración de bebidas alcohólicas artesanales a partir de almidón de yuca* [Tesis, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63213

Moscoso, D. A. (2014). *Microbiología de los alimentos: Conceptos y aplicaciones* (2.ª ed.). Editorial Universidad de los Andes.

Muñoz, D., & Suárez, H. (2020). Evaluación sensorial de bebidas fermentadas de yuca en comunidades indígenas. Revista Amazónica de Ciencia y Tecnología, *4(1), 45–52.* *https://revistas.unapiquitos.edu.pe/index.php/ract/article/view/190*

Mena, A., & Santamaría F. (2019). Evaluación de la fermentación de yuca (Manihot esculenta) sometida a tres procesos con kéfir y levadura para la obtención de una bebida fermentada. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Cotopaxi https://repositorio.utc.edu.ec/items/17fc38a7-de29-473b-8673-766961a3d204

Park, K., Jeong, J., Lee, Y., & Daily, J. W. (2014). Health Benefits of Kimchi (Korean Fermented Vegetables) as a Probiotic Food. Journal Of Medicinal Food, 17(1), 6-20. https://www.researchgate.net/publication/259880932_Health_Benefits_of_Kimchi_Korean_Fermented_Vegetables_as_a_Probiotic_Food

Paredes, J. G. (2016). Tecnología de bebidas fermentadas: De lo tradicional a lo industrial*. Fondo* Editorial de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Paredes, L. C. (2020). *Estudio de la viabilidad microbiológica del masato en comunidades indígenas amazónicas* [Tesis, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7035

Pérez, R., & Delgado, M. (2021). *Elaboración y caracterización de una bebida tipo masato con yuca y* camote [Tesis, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/5021

Pinedo Trigoso, P. (2014). Determinación de la difusividad térmica del masato de yuca variedad amarilla (Manihot dulcis) y blanca (Manihot esculenta) en función a la forma de procesamiento (Shipibo y mestizo), departamento de Ucayali [Tesis no publicada de licenciatura]. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.

Ray, B., & Joshi, V. K. (2014). Microbial fermentation in food and beverage industries. CRC Press.

Rivera, Y., & Castillo, E. (2017). *Efecto del tiempo de fermentación en la calidad microbiológica del masato* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4017

Rodríguez, M., & Zambrano, J. (2015). *Caracterización fisicoquímica y microbiológica del masato tradicional* [Tesis, Universidad Técnica de Manabí]. https://repositorio.utm.edu.ec/handle/123456789/1473

Salazar, L. F., & Ramos, A. C. (2018). *Comparación de levaduras comerciales y nativas en fermentación de masato* [Tesis, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7103

Sánchez, A., & Gómez, C. (2019). *Fermentaciones tradicionales en la Amazonía peruana: Conocimientos ancestrales y su vigencia*. *Boletín de Cultura Amazónica,* *24*(2), 87–98. https://doi.org/10.32719/26312449.2019.24.2.6

Silva, M. L., & Rodríguez, M. (2021). *Fermentación de bebidas tradicionales: Retos y* oportunidades *para la innovación alimentaria*. *Revista Colombiana de Biotecnología,* *23*(1), 15–23. https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/91850

Snyder, O. P. (2014). Safe preparation of fermented foods. Hospitality Institute of Technology and Management.

Solis, F. A. (2020). *Evaluación del efecto del camote (Ipomoea batatas) en la fermentación del masato de yuca* [Tesis, Universidad Nacional de San Martín]. https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3879

Tapia, M. E., & Rosas, D. (2017). *Bebidas fermentadas tradicionales: Valor nutricional y cultura alimentaria en el Perú*. Instituto de Investigación Nutricional. https://www.iinperu.org/publicaciones/bebidas-fermentadas-tradicionales.pdf

Vásquez, E., & *Gálvez*, R. (2022). *Producción de bebidas fermentadas de yuca en la comunidad nativa Shipibo-Konibo*. *Revista Científica Amazónica,* *10*(1), 55–62. https://revistas.unapiquitos.edu.pe/index.php/rca/article/view/812

Zamalloa, V. (2018). *Fermentaciones en la Amazonía: Caracterización de bebidas* tradicionales *a base de tubérculos*. *Boletín Amazónico de Investigación Científica,* 7(2), 101–110. https://doi.org/10.35665/bicamazonia.v7i2.111

ANEXOS

Figura 9. Germinación del maíz amarillo



Figura 10. Molienda del maíz amarillo.



Figura 11. Proceso de pelado y lavado de la yuca



Figura 12. Proceso del picado de la yuca.



Figura 13. Obtención de la masa de yuca



Figura 14. Dilución de la masa de yuca hidrolizado.



Figura 15. Acondicionamiento para la fermentación.



Figura 16. Fermentado de yuca + camote.

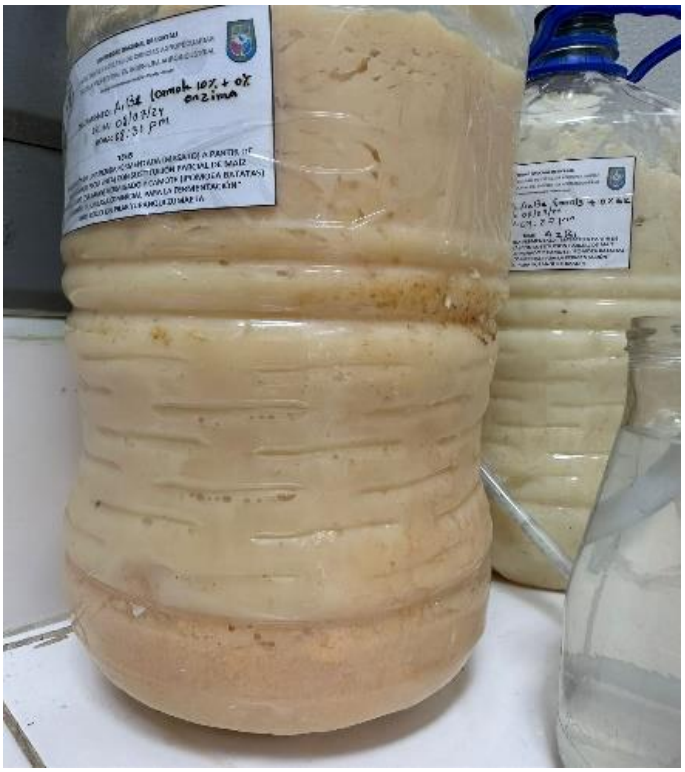


Figura 17. Fermentado de yuca + maíz germinado.



Figura 18. Dosificación del camote rallado.



Figura 19. Dosificación de yuca para cada tratamiento.



Figura 20. Muestras para titulación de acidez.



Figura 21. Adición de fenolftaleína para titulación de acidez.



Figura 22. Titulación de acidez de las diferentes muestras.



Figura 24. Determinación de alcohol



Figura 23. Cabina del análisis sensorial.

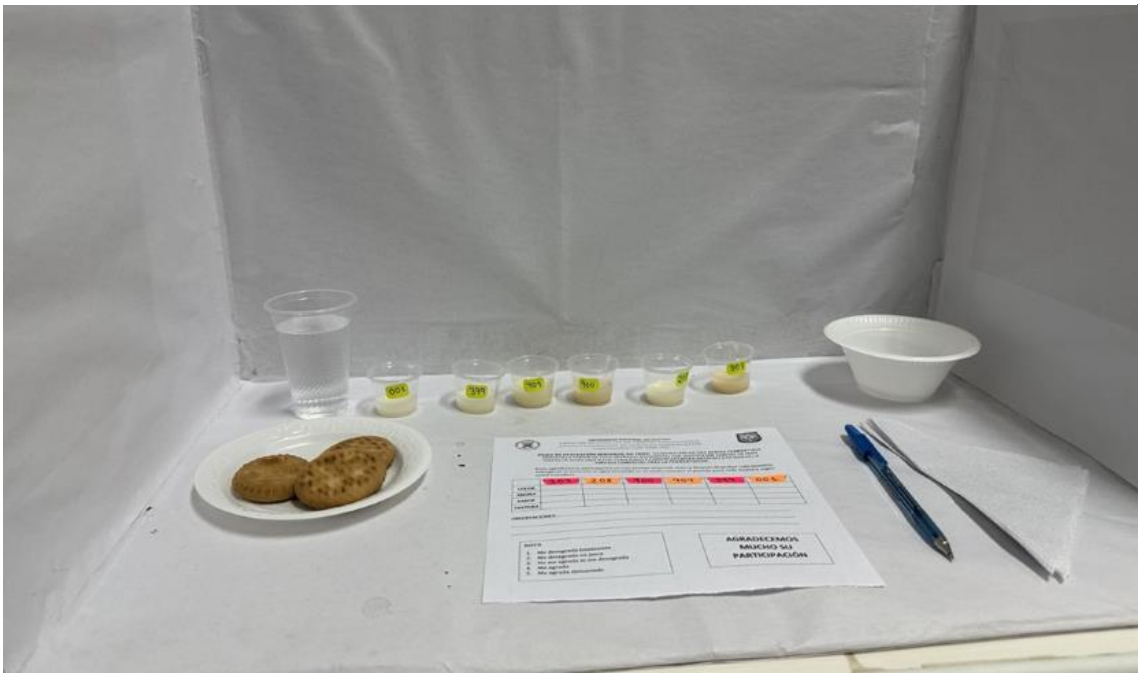
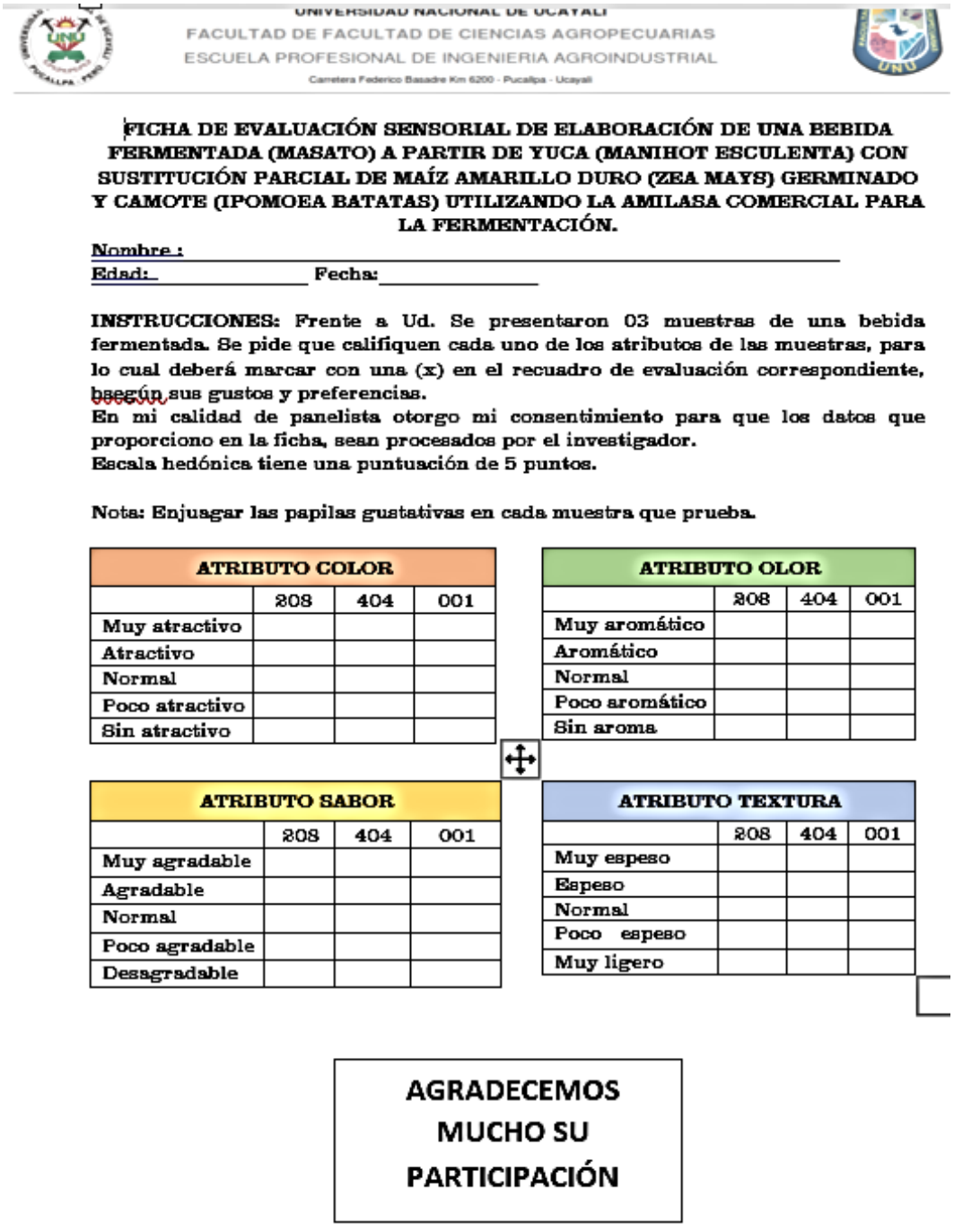


Figura 25. Ficha de análisis sensorial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
Carretera Federico Basadre Km 6200 - Pucallpa - Ucayali

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA (MASATO) A PARTIR DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA) CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MAÍZ AMARILLO DURO (ZEA MAYS) GERMINADO Y CAMOTE (IPOMOEA BATATAS) UTILIZANDO LA AMILASA COMERCIAL PARA LA FERMENTACIÓN.

Nombre : _____

Edad: _____ **Fecha:** _____

INSTRUCCIONES: Frente a Ud. Se presentaron 03 muestras de una bebida fermentada. Se pide que califiquen cada uno de los atributos de las muestras, para lo cual deberá marcar con una (x) en el recuadro de evaluación correspondiente, según sus gustos y preferencias.
En mi calidad de panelista otorgo mi consentimiento para que los datos que proporciono en la ficha, sean procesados por el investigador.
Escala hedónica tiene una puntuación de 5 puntos.

Nota: Enjuagar las papilas gustativas en cada muestra que prueba.

ATRIBUTO COLOR	208	404	001
Muy atractivo			
Atractivo			
Normal			
Poco atractivo			
Sin atractivo			

ATRIBUTO OLOR	208	404	001
Muy aromático			
Aromático			
Normal			
Poco aromático			
Sin aroma			

ATRIBUTO SABOR	208	404	001
Muy agradable			
Agradable			
Normal			
Poco agradable			
Desagradable			

ATRIBUTO TEXTURA	208	404	001
Muy espeso			
Espeso			
Normal			
Poco espeso			
Muy ligero			

AGRADECEMOS MUCHO SU PARTICIPACIÓN

Figura 26. Preparación de muestras para análisis sensorial



Figura 27. Evaluación de muestras



Figura 28. Tabla de ANOVA del % de alcohol.

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	11.2711	6	1.87852	36.47	0.0000
Intra grupos	0.566667	11	0.0515152		
Total (Corr.)	11.8378	17			

Figura 29. Tabla de medias del % de alcohol por mezclas fermentables

			Error Est.		
Nivel	*Casos*	*Media*	*(s agrupada)*	*Límite Inferior*	*Límite Superior*
YCCA21	3	5.03333	0.131041	4.82939	5.23728
YCSA11	3	2.93333	0.131041	2.72939	3.13728
YMCA41	3	4.0	0.131041	3.79606	4.20394
YMCA61	1	3.0	0.226969	2.64676	3.35324
YMSA31	3	2.86667	0.131041	2.66272	3.07061
YYCA61	2	2.9	0.160492	2.65022	3.14978
YYSA51	3	3.16667	0.131041	2.96272	3.37061
Total	18	3.48889			

Figura 30. Pruebas de múltiple Rangos para % Alcohol por mezcla

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Nivel	*Casos*	*Media*	*Grupos Homogéneos*
YMSA31	3	2.86667	X
YYCA61	2	2.9	X
YCSA11	3	2.93333	X
YMCA61	1	3.0	X
YYSA51	3	3.16667	X
YMCA41	3	4.0	X
YCCA21	3	5.03333	X

Figura 31. Caja y bigotes de % de Alcohol

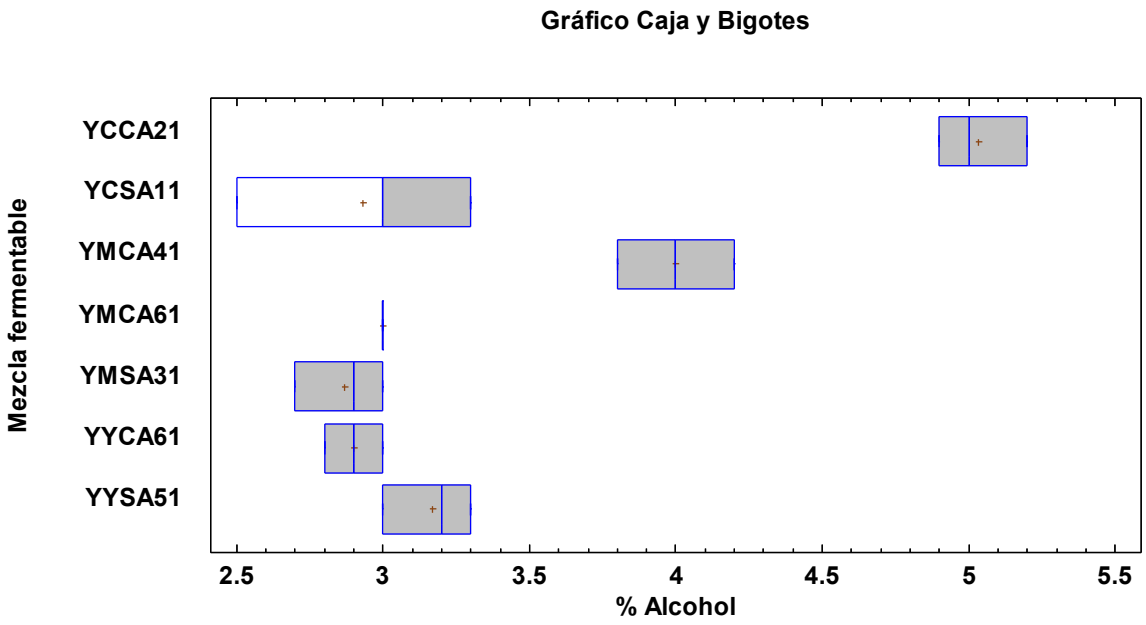


Figura 32. Análisis de Varianza para Brix (°Bx)

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Mezcla fermentible	392.473	5	78.4947	1511.13	0.0000
B:Dias	226.241	3	75.4135	1451.81	0.0000
INTERACCIONES					
AB	181.388	15	12.0925	232.80	0.0000
RESIDUOS	2.49333	48	0.0519444		
TOTAL (CORREGIDO)	802.595	71			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Figura 33. Pruebas de múltiples rangos para Brix por Mezcla

Método: 95.0 porcentaje LSD

Mezcla fermentible	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
YYSA51	12	1.9	0.0657929	X
YCSA11	12	5.43333	0.0657929	X
YYCA61	12	6.70833	0.0657929	X
YCCA21	12	6.99167	0.0657929	X
YMSA31	12	8.25	0.0657929	X
YMCA41	12	9.16667	0.0657929	X

Figura 34. ANOVA factorial de Grado Brix de las mezclas fermentables

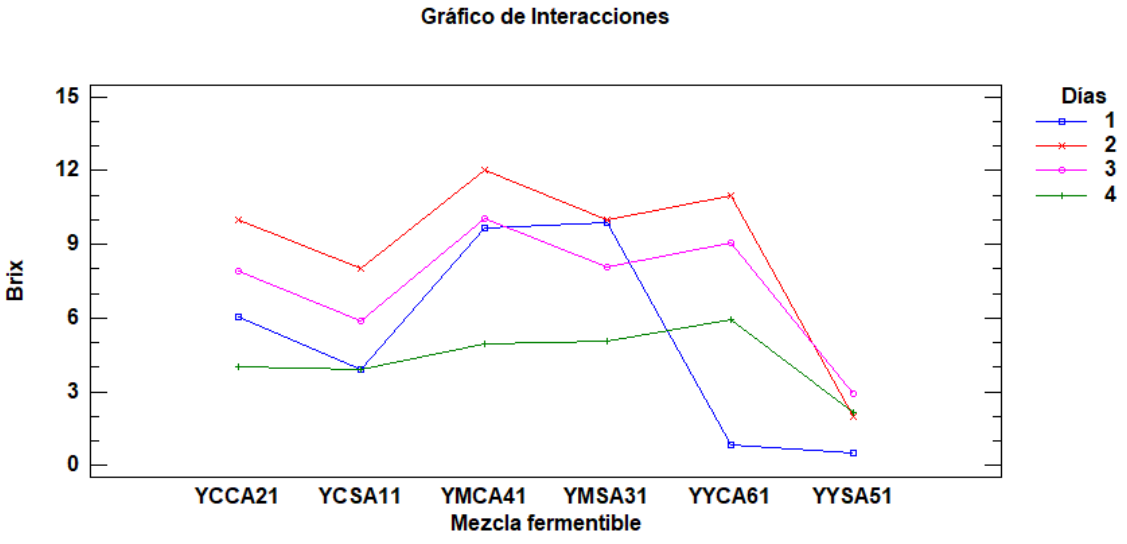


Figura 35. Tabla ANOVA para Brix 4 por Mezcla - fermentable/día 4

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	25.2694	5	5.05389	221.88	0.0000
Intra grupos	0.273333	12	0.0227778		
Total (Corr.)	25.5428	17			

Figura 36. Pruebas de múltiples rangos para Brix por Mezcla /día 4

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	*Casos*	*Media*	*Grupos Homogéneos*
YYSA51	3	2.16667	X
YCSA11	3	3.93333	X
YCCA21	3	4.0	X
YMCA41	3	4.93333	X
YMSA31	3	5.06667	X
YYCA61	3	5.93333	X

Figura 37. Caja y bigotes de grados Brix (°Bx) día 4

Prueba de Friedman

YCSA	YCCA	YMSA	YMCA	YYSA	YYCA	T²	p
3.40	4.23	3.58	3.33	3.38	3.10	2.36	0.0420

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 28.108

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n				
YYCA	124.00	3.10	40	A			
YMCA	133.00	3.33	40	A	B		
YYSA	135.00	3.38	40	A	B	C	
YCSA	136.00	3.40	40	A	B	C	D
YMSA	143.00	3.58	40	A	B	C	D E
YCCA	169.00	4.23	40				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

Figura 39. Aceptabilidad de textura

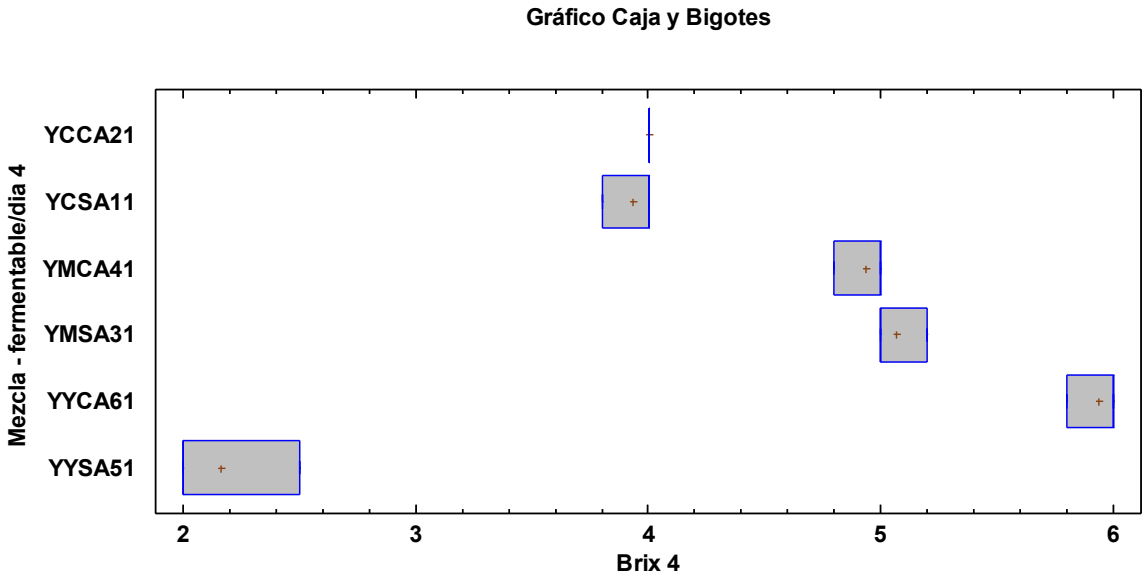


Figura 38. Evaluación sensorial de aroma

Prueba de Friedman

YCSA	YCCA	YMSA	YMCA	YYSA	YYCA	T²	p
3.04	4.14	3.75	4.05	3.26	2.76	5.50	0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 26.784

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n			
YYCA	110.50	2.76	40	A		
YCSA	121.50	3.04	40	A	B	
YYSA	130.50	3.26	40	A	B	C
YMSA	150.00	3.75	40			C D
YMCA	162.00	4.05	40			D
YCCA	165.50	4.14	40			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

Figura 40. Aceptabilidad de color

Prueba de Friedman

YCSA	YMSA	YYCA	YMCA	YYSA	YCCA	T²	p
2.61	2.98	3.01	3.94	3.78	4.69	11.45	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 25.449

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n					
YCSA	104.50	2.61	40	A				
YMSA	119.00	2.98	40	A	B			
YYCA	120.50	3.01	40	A	B	C		
YYSA	151.00	3.78	40				D	
YMCA	157.50	3.94	40				D	E
YCCA	187.50	4.69	40					F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

Figura 41. Aceptabilidad de Sabor

Prueba de Friedman

YCSA	YCCA	YMSA	YMCA	YYSA	YYCA	T²	p
3.30	3.94	3.98	3.39	3.23	3.18	1.87	0.1012

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 29.435

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n			
YYCA	127.00	3.18	40	A		
YYSA	129.00	3.23	40	A	B	
YCSA	132.00	3.30	40	A	B	C
YMCA	135.50	3.39	40	A	B	C
YCCA	157.50	3.94	40		B	C
YMSA	159.00	3.98	40			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

Tabla 10. Datos de aceptabilidad de textura

	TEXTURA					
	303	208	900	404	399	1
PANELISTA 01	4	3	3	5	3	4
PANELISTA 02	3	5	3	2	4	3
PANELISTA 03	3	3	4	4	3	3
PANELISTA 04	2	2	2	4	2	4
PANELISTA 05	5	4	3	4	4	2
PANELISTA 06	3	3	3	3	3	4
PANELISTA 07	4	4	2	4	5	2
PANELISTA 08	2	3	4	3	3	2
PANELISTA 09	3	3	2	4	2	3
PANELISTA 10	1	4	3	4	1	3
PANELISTA 11	2	4	4	4	4	3
PANELISTA 12	1	4	3	3	4	1
PANELISTA 13	3	3	4	3	3	4
PANELISTA 14	3	3	2	4	4	1
PANELISTA 15	3	4	4	3	4	4
PANELISTA 16	2	4	4	3	3	3
PANELISTA 17	3	4	3	4	4	3
PANELISTA 18	3	1	4	4	2	3
PANELISTA 19	2	4	4	4	4	2
PANELISTA 20	4	3	3	3	4	3
PANELISTA 21	4	4	3	4	4	3
PANELISTA 22	2	4	4	4	3	4
PANELISTA 23	2	4	2	2	1	1
PANELISTA 24	4	4	4	1	4	1
PANELISTA 25	3	4	4	4	3	3
PANELISTA 26	2	4	3	2	2	2
PANELISTA 27	2	4	4	5	2	2
PANELISTA 28	3	4	4	4	3	3
PANELISTA 29	2	3	4	4	2	3
PANELISTA 30	3	3	3	3	2	2
PANELISTA 31	5	3	3	4	3	3
PANELISTA 32	3	3	3	4	3	3
PANELISTA 33	2	2	1	4	4	4
PANELISTA 34	3	4	4	3	3	3
PANELISTA 35	3	3	3	3	3	3
PANELISTA 36	3	3	3	3	3	3
PANELISTA 37	4	4	4	3	2	3
PANELISTA 38	4	4	4	4	3	3
PANELISTA 39	3	4	4	3	4	3
PANELISTA 40	4	5	3	3	4	3

Tabla 11. Datos de aceptabilidad de aroma

	AROMA					
	303 YCSA11	208 YCCA21	900 YMSA31	404 YMCA41	399 YYSA51	1 YYCA61
PANELISTA 01	5	4	5	5	3	4
PANELISTA 02	4	4	2	3	2	2
PANELISTA 03	4	3	3	2	2	2
PANELISTA 04	2	4	2	3	4	4
PANELISTA 05	3	3	4	4	4	2
PANELISTA 06	3	3	3	4	2	3
PANELISTA 07	2	4	3	1	1	2
PANELISTA 08	2	3	3	4	3	2
PANELISTA 09	3	3	4	2	4	3
PANELISTA 10	2	3	4	4	2	2
PANELISTA 11	3	4	3	3	3	3
PANELISTA 12	3	4	4	2	3	1
PANELISTA 13	3	4	3	2	3	4
PANELISTA 14	3	5	3	3	5	2
PANELISTA 15	4	4	4	3	4	4
PANELISTA 16	2	4	4	4	3	3
PANELISTA 17	3	3	4	2	4	3
PANELISTA 18	5	3	3	3	3	3
PANELISTA 19	2	3	3	4	4	2
PANELISTA 20	3	4	3	4	3	4
PANELISTA 21	4	4	3	4	3	3
PANELISTA 22	4	3	3	4	4	4
PANELISTA 23	3	3	2	3	1	1
PANELISTA 24	2	2	2	1	2	2
PANELISTA 25	3	4	4	4	4	4
PANELISTA 26	4	4	4	2	2	2
PANELISTA 27	3	3	3	3	3	2
PANELISTA 28	4	3	3	2	3	4
PANELISTA 29	3	3	3	3	3	4
PANELISTA 30	1	3	3	5	4	3
PANELISTA 31	3	4	3	3	2	4
PANELISTA 32	4	4	4	4	3	3
PANELISTA 33	2	2	1	2	4	2
PANELISTA 34	4	4	4	3	3	4
PANELISTA 35	4	4	3	5	5	5
PANELISTA 36	2	3	3	3	3	3
PANELISTA 37	4	4	4	2	4	3

PANELISTA 38	4	4	4	3	3	2
PANELISTA 39	2	4	3	3	4	4
PANELISTA 40	4	5	2	2	4	3

Tabla 12. Datos de aceptabilidad de color.

	COLOR					
	303	208	900	404	399	1
PANELISTA 01	2	4	3	4	3	2
PANELISTA 02	1	5	2	4	5	5
PANELISTA 03	4	3	4	3	4	2
PANELISTA 04	2	4	2	4	4	4
PANELISTA 05	2	4	2	5	4	1
PANELISTA 06	3	4	4	3	3	4
PANELISTA 07	3	4	2	4	3	2
PANELISTA 08	2	3	3	3	3	2
PANELISTA 09	3	4	3	4	4	4
PANELISTA 10	1	4	2	3	4	3
PANELISTA 11	2	5	2	3	4	4
PANELISTA 12	1	3	3	4	5	2
PANELISTA 13	2	4	2	3	4	4
PANELISTA 14	4	5	3	3	5	2
PANELISTA 15	4	4	4	4	4	3
PANELISTA 16	4	4	3	3	3	3
PANELISTA 17	2	4	2	4	4	4
PANELISTA 18	2	4	3	4	4	4
PANELISTA 19	2	4	3	4	4	4
PANELISTA 20	5	4	3	4	5	5
PANELISTA 21	2	5	2	4	2	3
PANELISTA 22	3	4	4	4	3	3
PANELISTA 23	2	4	2	3	1	1
PANELISTA 24	4	5	5	1	2	1
PANELISTA 25	3	5	3	4	4	2
PANELISTA 26	2	4	2	3	2	3
PANELISTA 27	3	2	3	5	3	4
PANELISTA 28	3	4	5	3	3	4
PANELISTA 29	3	3	3	3	3	3
PANELISTA 30	3	3	3	4	3	2
PANELISTA 31	4	4	4	3	3	3
PANELISTA 32	3	4	4	4	3	3
PANELISTA 33	2	4	2	4	5	2
PANELISTA 34	3	4	3	3	4	4

PANELISTA 35	3	4	3	4	3	3
PANELISTA 36	3	3	3	3	3	3
PANELISTA 37	3	5	2	4	4	4
PANELISTA 38	4	4	4	4	3	3
PANELISTA 39	4	4	4	4	4	4
PANELISTA 40	3	5	3	3	5	3

Tabla 13. Datos de aceptabilidad de sabor

	SABOR					
	303	208	900	404	399	1
PANELISTA 01	4	3	3	3	2	1
PANELISTA 02	2	5	5	4	3	2
PANELISTA 03	4	3	3	3	2	2
PANELISTA 04	2	2	1	3	3	3
PANELISTA 05	2	3	3	2	4	1
PANELISTA 06	2	3	4	3	3	4
PANELISTA 07	2	3	4	2	1	3
PANELISTA 08	3	4	3	3	2	1
PANELISTA 09	3	3	2	3	2	3
PANELISTA 10	2	3	3	1	2	2
PANELISTA 11	2	2	3	2	4	2
PANELISTA 12	2	1	3	1	2	1
PANELISTA 13	3	2	4	2	2	3
PANELISTA 14	4	2	3	3	5	1
PANELISTA 15	2	3	4	4	4	4
PANELISTA 16	4	3	3	4	3	4
PANELISTA 17	1	2	2	2	3	4
PANELISTA 18	2	3	4	3	1	1
PANELISTA 19	1	2	2	2	3	2
PANELISTA 20	3	4	3	3	2	3
PANELISTA 21	3	5	2	3	3	2
PANELISTA 22	4	3	4	4	4	4
PANELISTA 23	2	2	2	1	1	1
PANELISTA 24	1	4	5	1	3	1
PANELISTA 25	3	4	4	4	3	3
PANELISTA 26	2	4	4	3	3	3
PANELISTA 27	2	3	1	1	4	1
PANELISTA 28	2	4	4	3	4	3
PANELISTA 29	2	3	4	2	2	3
PANELISTA 30	3	3	2	2	1	1
PANELISTA 31	4	4	2	4	2	3

PANELISTA 32	2	3	4	4	2	4
PANELISTA 33	1	1	1	1	3	1
PANELISTA 34	2	2	3	4	2	3
PANELISTA 35	5	3	3	5	5	5
PANELISTA 36	2	2	2	3	2	3
PANELISTA 37	3	4	3	2	2	3
PANELISTA 38	3	4	3	1	1	1
PANELISTA 39	3	2	2	2	2	4
PANELISTA 40	3	3	1	2	3	2

Tabla 14. Datos del perfil sensorial

Atributos	YCSA	YCCA	YMSA	YMCA	YYSA	YYCA
Color	2.775	4	2.975	3.575	3.55	3.05
Aroma	3.125	3.55	3.2	3.075	3.15	2.925
Sabor	2.55	2.975	2.975	2.625	2.625	2.45
Textura	2.925	3.525	3.275	3.475	3.1	2.8

Tabla 15. Resultados microbiológicos del masato más aceptado.

Análisis	U	Recuentos
Coliformes totales	UFC/ml	0
Recuento de levaduras (UFC/ML	UFC/250 ml	5

Tabla 16. NTS N°071 MINSA/DIGESA-V.01

Agente microbiano	Categoría	Clases	n	c	m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	10^2
Mohos	2	3	5	2	1	10

Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	<3	-

Tabla 17. Ficha Técnica de la amilasa

Nombre comercial	**Amylase Enzyme Formula**
Tipo de enzima	α-amilasa fúngica en polvo, derivada de Aspergillus oryzae
Fabricada con tecnología de	DSM
Concentración	4.2% de enzima activa por peso
Presentaciones disponibles	1.5 oz, 1 lb, 5 lb y 50 lb
Estado	Importado