UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE FERMENTO EN LA ELABORACIÓN DE HARINA DE MASATO A PARTIR DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz), Y SU USO EN LA ELABORACIÓN DEL PAN"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓINDUSTRIAL

ROMÁN EDUARDO GUIZADO VILLAFANE

PUCALLPA – PERÚ

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurados que Suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis presentada por **ROMÁN EDUARDO GUIZADO VILLAFANE,** denominada: **"EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE FERMENTO EN LA ELABORACIÓN DE HARINA DE MASATO A PARTIR DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) Y SU USO EN LA ELABORACIÓN DEL PAN",** para cumplir con el requisito (Académico Título Profesional) de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL.**

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

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 el artículo 3 y 6 del Reglamento para el otorgamiento de grado académico de Bachiller y Título Profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 17 de octubre del 2022.

Ing. M.Sc. Jorge Raúl García Cavalié
Presidente

Ing. M.Sc. Pablo Pedro Villegas Panduro
Secretario

Ing. M.Sc. Carlos Ruíz Padilla
Miembro

Ing. M.Sc. Edgar Vicente Santa Cruz
Asesor

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

La presente tesis fue aprobada por los miembros del Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Ing. M.Sc. Jorge Raúl García Cavalié

Presidente

Ing. M.Sc. Pablo Pedro Villegas Panduro

Miembro

Ing. M.Sc. Carlos Ruíz Padilla

Miembro

Ing. M.Sc. Edgar Vicente Santa Cruz

Asesor

Bach. Román Eduardo Guizado Villafane

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N°0112-2022

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el **Informe final de Tesis, titulado:**

"EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE FERMENTO EN LA ELABORACIÓN DE HARINA DE MASATO A PARTIR DE LA YUCA (Manihot Esculenta Crantz), Y SU USO EN LA ELABORACIÓN DEL PAN".

Cuyo(s) autor (es)	:	**GUIZADO VILLAFANE RAMÁN EDUARDO**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela Profesional	:	**ING. AGROINDUSTRIAL**
Asesor(a)	:	**MG. VICENTE SANTA CRUZ EDGAR**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 2%.**
En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y CODIFICA la presente constancia

FECHA 02/03/2022

Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON
Dirección de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

UByP - REPOSITORIO INSTITUCIONAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, ROMAN EDUARDO GUIZADO VILLAFANE

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE FERMENTO EN LA ELABORACIÓN DE HARINA DE MASATO A PARTIR DE LA YUCA (Manihot esculenta Crantz) Y SU USO EN LA ELABORACIÓN DEL PAN

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: ING. M.Sc. EDGAR VICENTE SANTA CRUZ.

En la Facultad de: CIENCIAS AGROPECUARIA

Escuela Profesional de: INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

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 tiempoy 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: 18 / 04 / 2023

Email: roman_villafane@Hotmail.com

Teléfono: 961525713

Firma:

DNI: 70975367

DEDICATORIA.

A mis queridos padres Ana Lourdes Villafane Campoblanco y Maximo Roman Guizado Estrada, gracias por toda su confianza y amor.

A mis hermanos Luis Enrique Guizado Villafane y Claudia Romina Guizado Villafane mis eternos consejeros.

AGRADECIMIENTO.

A mi alma mater, Universidad Nacional de Ucayali, por brindarme la oportunidad de realizar mi aspiración de ser profesional.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por impartir sus sabias enseñanzas y valores que contribuyeron en mi formación profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Ing. MSc Edgar Vicente Santa Cruz por su gran contribución en esta investigación como asesor.

Al señor Lindolfis Luna Berete gracias por sus consejos y apoyo incondicional.

Al Ing. Eric Graña Sandoval, por su apoyo como co-asesor del presente trabajo de investigación.

A también a todas las personas que participaron de forma directa e indirecta en esta investigación.

ÍNDICE.

Pág.

RESUMEN…… xiii

ABSTRACT…….. xiv

LISTA DE CUADROS…….…….. xv

LISTA DE FIGURAS…….. xviii

I. INTRODUCCIÓN……. 1

II. REVISIÓN DE LITERATURA……. 3

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN…… 3

2.1.1. Antecedentes internacionales…… 3

2.1.2. Nacionales ……... 5

2.2. Yuca (*Manihot esculenta* Crantz). ……. 8

2.2.1. Clasificación taxonómica …… 9

2.2.2. Descripción botánica de la yuca ..…… 10

2.2.3. Yuca variedades señorita …… 10

2.2.4. Composición nutricional de la yuca ……..…… 10

2.2.5. Proceso de industrialización de la yuca……. 11

2.2.6. Manufactura a escala artesanal…….. 12

2.2.7 Relación entre la calidad de la yuca y sus parámetros fisicoquímicos…… 13

2.3. FERMENTACIÓN EN YUCA…… 14

III. MATERIALES Y METODOS…… 16

3.1. UBICACIÓN ……..…….. 16

3.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN……. 16

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS…… 16

3.3.1. Materiales ……..……. 16

3.3.2. Equipos…… 17

3.3.3. Insumos……. 17

3.4. METODOLOGÍA ……. 17

3.4.1. Elaboración de Harina de Masato……. 20

4.4.1.1. Diagrama 3.1.1.1. Descripción de las operaciones …… 18

4.4.1.2. Descripción de las operaciones obtención de pan ……..……..…….. 19

3.4.2. Descripción de las operaciones 20

4.4.2.1. Descripción de las operaciones para la obtención de la harina …… 20

4.4.1.1. Descripción de las operaciones para la elaboración de pan …….. 23

3.5. TÉCNICAS DE MUESTREO……. 24

3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN…… 24

3.6.1. Para los resultados paramétricos

IV. RESULTADOS…….. 26

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS RAÍCES DE YUCA (*Manihot esculenta Crantz*), VARIEDAD SEÑORITA..... 26

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL MASATO ELABORADO A PARTIR DE DIFERENTES FUENTES DE FERMENTO.. 27

4.2.1. Temperatura del masato durante el proceso de fermentación…….. 27

4.2.2. Humedad del masato durante el proceso de fermentación …….. 29

4.2.3. Fluctuación del peso del masato durante el proceso de fermentación …….. 31

4.3. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA HARINA DE MASATO…… 32
4.3.1. Rendimiento de la harina elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento……. 32
4.3.2. Contenido de Humedad de la harina elaborado a partir de masato…… 34
4.3.3. Contenido de Humedad de la harina elaborado a partir de masato…….. 35
4.3.4. Contenido de proteína de la harina elaborado a partir de masato…….. 37
4.3.5. Contenido de grasas de la harina elaborado a partir de masato…….. 39
4.3.6. Contenido carbohidratos de la harina elaborado a partir de masato…….. 40
4.4. ANALISIS SENSORIAL DEL PAN ELABORADO A PARTIR DE LA HARINA DE MASATO…… 42
4.4.1. Análisis sensorial del color del pan elaborado a partir de la harina de masato…… 42
4.4.2. Análisis sensorial del olor del pan elaborado a partir de la harina de masato……. 43
4.4.3. Análisis sensorial del sabor del pan elaborado a partir de la harina de masato…… 44
4.4.4. Análisis sensorial de la textura del pan elaborado a partir de la harina de masato……. 45
V. CONCLUSIONES……. 48
VI. RECOMENDACIONES……... 51
VII LITERATURA CITADA……. 52
IX. ANEXO…… 58

…...

RESUMEN.

El proyecto de investigación titulado “Efecto de diferentes fuentes de fermento en la elaboración de harina de masato a partir de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y su uso en la elaboración del pan”, se desarrolló en la Universidad Nacional de Ucayali, tuvo como objetivo determinar las diferencias bromatológicas al usar diferentes fermentos en la elaboración de harina de masato a partir de la yuca en el laboratorio de aceites y grasas. se utilizó el diseño completamente al azar DCA y la prueba de Tukey al 0.05 de significación, para las pruebas sensoriales se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman. La variedad de yuca utilizada para el siguiente estudio es la variedad señorita, esta presenta un pericarpio o cascara de color marrón, mesocarpio blanco cremoso, la pulpa de yuca presenta un color blanco, la raíz mide en promedio 35 centímetros, en cuanto al rendimiento de la pulpa, se determinó que las impurezas conforman el 6.45%, la cascara el 16.22% y la pulpa el 77.33%. Se utilizo tres tipos de fermento, los cuales fueron fermento de masato, levadura y fermento de caña, El T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato), presento la menor temperatura durante la fermentación al cuarto día con 28.80 °C, y presento el mayor contenido de humedad del masato con 56.04%, obtuvo el mayor rendimiento con 10.02%, presentó el menor contenido de grasas totales con 0.18%, el **T_2** (Masato con un 1% de levadura), presento el mayor contenido de humedad en la harina con 12% al igual que el T_1, en cuanto al contenido de cenizas y carbohidratos presento el menor porcentaje con 2.48% y 97.63%, el análisis sensorial del pan elaborado a partir de la harina de masato demostró que este tratamiento fue superior en las variables color, olor y textura. En cuanto al contenido de proteína de la harina de masato **T_3** (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), este presento el menor porcentaje con 2%, y fue superior en cuanto a la variable sensorial sabor.

Palabras clave: Harina de yuca, masato, fuentes de fermentos, pan de yuca.

ABSTRACT.

The research project entitled "Effect of different sources of ferment in the elaboration of masato flour from cassava (Manihot esculenta Crantz) and its use in the elaboration of bread", was developed at the National University of Ucayali, had as objective to determine the bromatological differences when using different ferments in the elaboration of masato flour from cassava in the oils and fats laboratory. The DCA completely randomized design and the Tukey test at 0.05 of significance were used, for the sensory tests the Friedman non-parametric test was used. The cassava variety used for the following study is the senorita variety, it has a brown pericarp or shell, creamy white mesocarp, the cassava pulp is white, the root measures an average of 35 centimeters, in terms of yield the pulp, it was determined that the impurities make up 6.45%, the peel 16.22% and the pulp 77.33%. Three types of ferment were used, which were masato ferment, yeast and cane ferment, T1 (Masato with 1% masato ferment), presented the lowest temperature during fermentation on the fourth day with 28.80 °C, and presented the highest moisture content of the masato with 56.04%, obtained the highest yield with 10.02%, presented the lowest total fat content with 0.18%, T2 (Masato with 1% yeast), presented the highest moisture content in the flour with 12% the same as the T1, in terms of ash and carbohydrate content, it presented the lowest percentage with 2.48% and 97.63%, the sensory analysis of the bread made from masato flour showed that this treatment was superior in the variables color, smell and texture. Regarding the protein content of T3 masato flour (Masato with 1% fermented cane juice), it presented the lowest percentage with 2%, and was higher in terms of the sensory variable flavor.

Keywords: Cassava flour, masato, sources of yeast, cassava bread.

LISTA DE CUADROS.

En el texto		**Pág.**
Cuadro 1.	Grados de libertad y fuentes de variabilidad del análisis ANVA …….	24
Cuadro 2.	Diseño y distribución de panelitas.…….....	25
Cuadro 3.	Caracterización de las raíces de yuca (*Manihot esculenta Crantz*), variedad señorita.……..….	26
Cuadro 4.	Variación de la temperatura del masato durante el proceso de fermentación ……..	27
Cuadro 5.	Variación de la humedad del masato durante el proceso de fermentación ……..…….	29
Cuadro 6.	Variación del peso del masato durante el proceso de fermentación ……..……	31
Cuadro 7.	Rendimiento de la harina de yuca elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento…….....	33
Cuadro 8.	Contenido de humedad de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento…..	34
Cuadro 9.	Contenido de cenizas de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento ……..	36
Cuadro 10.	Contenido de proteína de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento….	37
Cuadro 11.	Contenido de grasa de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento ……..	39
Cuadro 12.	Contenido de carbohidratos de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento….	41

En el Anexo

Tabla 13A. Análisis de la Temperatura del masato durante el proceso de fermentación…….…….. 58

Tabla 14A. Análisis de la Humedad del masato durante el proceso de fermentación …… 58

Tabla 15A. Análisis de la variación del peso del masato durante el proceso de fermentación …… 58

Tabla 16A. Análisis del Rendimiento de la harina elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento ……. 59

Tabla 17A. Análisis del contenido de humedad de la harina de masato del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento……. 59

Tabla 18A. Análisis del contenido de cenizas de la harina de masato del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento..……... 59

Tabla 19A. Análisis del contenido de proteína de la harina de masato del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento ……. 60

Tabla 20A. Análisis del contenido de grasa de la harina de masato del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento…… 60

Tabla 21A. Análisis del contenido de carbohidratos de la harina de masato del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento …….. 60

Tabla 22A. Prueba de promedio no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de color del pan.…… 61
Tabla 23A. Evaluación múltiple de la prueba no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial del color del pan. 61
Tabla 24A. Prueba de promedio no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de olor del pan……..... 61
Tabla 25A. Evaluación múltiple de la prueba no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de olor del pan…….. 61
Tabla 26A. Prueba de promedio no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de sabor del pan …… 62
Tabla 27A. Evaluación múltiple de la prueba no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de sabor del pan. 62
Tabla 28A. Prueba de promedio no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de la textura del pan …….. 62
Tabla 29A. Evaluación múltiple de la prueba no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de la textura del pan ……. 62

LISTA DE FIGURAS.

Pág.

Figura 1.	Flujograma para la elaboración de la harina de masato.	18
Figura 2.	Flujograma para la elaboración de pan a partir de la harina de masato …….	19
Figura 3.	Fluctuación de la temperatura del masato durante el proceso de fermentación.……	28
Figura 4.	Fluctuación de la humedad del masato durante el proceso de fermentación …….	30
Figura 5.	Fluctuación del peso del masato durante el proceso de fermentación…….	32
Figura 6.	Variación del rendimiento de la harina de yuca elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento….	33
Figura 7.	Variación del contenido de humedad de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento. ……..	35
Figura 8.	Variación del contenido de humedad de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento…….....	36
Figura 9.	Variación del contenido de proteína en porcentaje de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento ……	38

Figura 10. Variación del contenido de grasa en porcentaje de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento. ……. 40

Figura 11. Variación del contenido de carbohidratos en porcentaje de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento..... 42

Figura 12. Prueba de promedio para la evaluación sensorial de color del pan ……..…… 43

Figura 13. Prueba de promedio para la evaluación sensorial de olor del pan ……..…… 44

Figura 14. Prueba de promedio para la evaluación sensorial del sabor del pan……. 45

Figura 15. Prueba de promedio para la evaluación sensorial de la textura del pan de masato ……..…….. 46

En el Anexo:

Figura 16A. Determinación del contenido de pulpa, casca e impurezas antes del proceso de elaboración del masato 63

Figura 17A. Determinación del peso del masato antes y durante el proceso de fermentación ……... 63

Figura 18A. Determinación de la temperatura en el masato durante la etapa de fermentación ……... 64

Figura 19A. Determinación del contenido de humedad final en el masato al final de la etapa de fermentación …….. 64

Figura 20A. Uso de harina de masato para la elaboración de pan…. 65

Figura 21A. Mezcla de harina de masato y trigo para la elaboración de pan …… 65

Figura 22A. Insumos listos para la homogenización en la elaboración de pan de harina de masato…….. 66

Figura 23A. Aplicación de agua a los insumos para la elaboración de pan de harina de masato …….. 66

Figura 24A. Preparación de masa para la elaboración de pan de harina de masato ……. 67

Figura 25A. Masa lista para el acondicionamiento en la elaboración de pan de harina de masato …….. 67

Figura 26A. Acondicionamiento de la masa para la elaboración pan de harina de masato …….. 68

Figura 27A. Reposo de la masa moldeada previa al horneo para la elaboración pan de harina de masato …….. 68

Figura 28A. Horneado de masa moldeada para la elaboración pan de harina de masato ……... 69

Figura 29A. Resultado final del pan elaboración pan de harina de masato listo para las pruebas sensoriales …….. 69

Figura 30A. Aplicación de cuestionario para prueba sensorial del pan de harina de masato ……... 70

Figura 31A. Aplicación de cuestionario del pan elaborado con harina de masato a panelista …… 70

Figura 32A. Aplicación de cuestionario del pan elaborado con harina de masato a panelista número 3……..….. 71

Figura 33A. Aplicación de cuestionario del pan elaborado con harina de masato a panelista número 4…….…….. 71

Figura 34A. Lista de personas que participaron de forma voluntaria en la prueba sensorial del pan elaborado con harina de masato …….. 72

Figura 35A. Modelo de cuestionario para prueba sensorial …… 72

Figura 36A. Aplicación del modelo de cuestionario para prueba sensorial ……..….. 74

I. INTRODUCCIÓN.

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es el sexto cultivo más importante producido globalmente por el alto contenido de energía que tiene su raíz tuberosa, siendo determinante para la seguridad alimentaria de una gran cantidad de comunidades locales en los países tropicales, al proveer la principal fuente de carbohidratos a cerca de 800 millones de personas en el mundo entero (Lebot 2009). La yuca se sigue sembrando de manera habitual por las culturas indígenas de la selva amazónica y el manejo de su cultivo se lleva a cabo con parámetros similares a los de la agricultura tradicional (McKey 2010). Pese a que en muchas comunidades aún se replican prácticas asociadas al conocimiento tradicional y con una carga simbólica compleja, en la actualidad se ha hecho evidente la erosión cultural debido a la integración de las comunidades originarias a las dinámicas globales del mercado (Rodríguez 2010), existe la necesidad de buscar un uso mayor en la agroindustria (Pérez 2019).

El principal problema que presenta la yuca es el limitado periodo de consumo que ostenta después de la cosecha, ya que la mayoría de los procesos de transformación primarios ya están estudiados, y de donde básicamente se aprovechan los carbohidratos y no todo el potencial agroindustrial que presenta la yuca. En el mundo entero desde tiempos antiguos los seres humanos hemos sido reconocidos por tener una cultura de bebidas, dentro de ellas el buen gusto por los vinos, el agua ardiente y otras bebidas como es el caso el Masato. Considerada como la bebida sagrada de la selva amazónica.

Podemos decir que esta bebida es muy poco conocida y poco comprendida, por lo tanto, no es aprovechada en su total potencial. El masato se prepara a partir de la cocción y fermentación de la yuca de la misma manera es una tradición ancestral preparar para las fiestas típicas. La harina de masato en procesos de panificación presenta un alto potencial de uso, ya que puede convertirse en en una harina de alta calidad para utilizarse como sustituto parcial no solo de la harina de trigo, también de harinas de otros cereales, en las formaciones de alimentos tales como pan, pasta, galletas, mezclas para tortas, etc.

Las harinas de yuca proveen conveniencia en el área de la panificación ante una sociedad preocupada por la buena salud y nutrición con la obtención de pan de alto contenido en fibra. El contenido de fibra de esta harina es mayor que el de la harina de trigo, esta característica hace que el pan adquiera mayor valor nutricional. Por esta razón el objetivo general del trabajo de investigación es evaluar el efecto de fuentes de fermentos en la elaboración de la harina de masato a partir de la yuca en la región de Ucayali, determinar las diferencias bromatológicas al usar diferentes fermentos en la elaboración de harina de masato a partir de la yuca, determinar las diferencias sensoriales al usar diferentes fermentos en la elaboración de harina de masato a partir de la yuca.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Vargas (2010), en su trabajo de tesis titulado “Obtención de almidón fermentado a partir de yuca (*Manihot esculenta Crantz)* variedad valencia, factibilidad de uso en productos de panadería” Se realizaron pruebas de fermentación de almidón de yuca (*Manihot esculenta* variedad Valencia) para conocer el proceso de elaboración del almidón agrio. Se efectuaron tres repeticiones durante el proceso fermentativo duró aproximadamente treinta y cinco días. Se hicieron determinaciones de pH y recuentos microbiológicos de la flora mesófila aerobia y de lactobacilos para asegurar el proceso. Una vez transcurrido este período, se procedió a secar el producto obtenido mediante exposición directa a la luz solar por 8 horas. Para asegurar la calidad del producto se hizo una prueba de panificación para ver el efecto del almidón en la textura del pan.

Armando (2009), en su tesis “Caracterización fisiológica y enzimática de *Saccharomyces cerevisiae* aisladas de masato, bebida fermentada tradicional de Perú”, menciona que todas las cepas de *S. cerevisiae* y *S. bayanus* (excepto la Fermiblanc) fermentan glucosa, fructosa y maltosa. Son tolerantes a un estrés por pH bajo (2.8, 3.0 y 3.2) y osmótico por glucosa (200, 250 y 300 g/l). Se encontraron diferencias entre cepas y especies en un estrés por temperatura y tolerancia a etanol (Cuadro 1). Solo las cepas de masato: 1, 6 y 12, toleran altas temperaturas. Las cepas de masato se comportan como las vínicas de *S. cerevisiae*: son tolerantes a altas concentraciones de etanol (15%) y no crecen a bajas temperaturas, capacidad que si tiene *S. bayanus* (10°C). Además, presentan actividad glucosidasa, xylosidasa y maltasa, pero no ramnosidasa ni arabinofuranosidasa. Solo 5 cepas de masato presentaron un halo <2mm alrededor del crecimiento en almidón, lo que indica una actividad α-amilasa débil. Las cepas de masato producen una mayor actividad maltasa que las cepas vínicas de *S. cerevisiae* y *S. bayanus*. Las cepas de *S. cerevisiae* de masato presentan propiedades fisiológicas y tecnológicas adecuadas para llevar a cabo la fermentación vínica, pero además presentan propiedades no presentes en las

levaduras vínicas y que pueden tener un interés biotecnológico como la producción de etanol a altas temperaturas con substratos con almidón o maltosa.

Amagua (2020), Estudio del comportamiento de un preparado enzimático (α-amilasa, β-*amilasa y amiloglucosidasa) sobre masato semi-sólido de yuca (Manihot* esculenta Crantz) para la obtención de una bebida En efecto la condición del proceso de elaboración de chicha de yuca, la concentración de enzima y el tiempo de cocción si influyeron significativamente en las características fisicoquímicas de los tratamientos, por lo que aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula, resulto en una interacción positiva a las dimensiones investigadas tales como (pH, acidez, grados brix) dando como resultado bebidas dulces de yuca (chicha) y fermentadas de agradable, la interacción de las enzimas sobre alimentos dependiendo su funcionalidad actúan de manera óptima sabiendo usar los preparados enzimáticos de la manera correcta (Amagua 2020). La metodología del proceso de elaboración de chicha de yuca con preparados enzimáticos fue realizada en base la preparación misma del masato de yuca nivel de laboratorio mediante conocimientos para su preparación en cada una de las condiciones (masato de yuca blanca, masato de yuca quemada y masato de yuca wiwis) y para la interacción con las enzimas se efectuó diluciones tales como soluto (masato de yuca y enzimas en relación al peso y concentración) 30% y solvente (agua) 70% ya que las enzimas interaccionan de manera más eficiente con medios acuosos, el cálculo de concentración enzimática y pesaje de las mismas fue realizado en el laboratorio, se tomó como datos el tiempo de preparación de los masatos, la condición del masato de yuca y el tiempo de cocción de las bebidas de yuca, hasta el proceso de fermentación de 72 horas (Amagua 2020).

Díaz (2020), estudio de los diferentes procesos de elaboración, estabilidad y almacenamiento de tres tipos de Bebidas fermentadas de Yuca (*Manihot esculenta* crantz), con Kéfir y Levadura. Se realizó un control experimental con instrumentación fisicoquímica para los parámetros de pH, Brix, acidez y grados alcohólicos. Dando los resultados obtenidos en las tablas expuestas anteriormente las cuales reflejan el control de parámetros de calidad para este tipo de bebidas fermentadas con un grado alcohólico bajo, llevamos un control diario de 15 días para cada bebida (chicha blanca, chicha wiwis, y chicha negra),

estos resultados experimentales se obtuvieron de acuerdo a las limitaciones de no contar con un laboratorio y espacios destinados al análisis que merece este tipo de investigación (Díaz 2020).

Mena (2019), Evaluación de la Fermentación de Yuca (*Manihot esculenta*) sometida a tres procesos con Kéfir y Levadura para la Obtención de Bebidas *Fermentadas*. De acuerdo a la curva de tiempo se puede visualizar que la chicha blanca en las variables respuestas de pH, acidez, °Brix y grados alcohólicos, cumplen con características semejantes a las del testigo teniendo variaciones mínimas por el agente fermentativo agregado (levadura al 15%), identificando que si tuvo efecto el porcentaje agregado de levadura al llegar a las 72 horas (Mena 2019).

Guamán (2020), Determino el perfil lipídico de la yuca en sus diferentes cortes y su caracterización térmica. Por otro lado, se concluyó que la caracterización térmica de la yuca, no es comparable al del almidón extraído de la raíz, debido a que existen otros constituyentes que interfieren sobre la cocción del alimento. Dado que, los termogramas reportaron una baja gelatinización de la yuca con respecto al del almidón, mostrando una alta retrogradación tanto en agua como en aceite, y esto se debió a que en el almidón presentó un alto porcentaje de cristalinidad, el cual está relacionado con la alta presencia de amilosa (Guamán 2020).

Munanga (2020), Realizo una caracterización fisicoquímica de la harina de yuca en el municipio de Malanje (Angola). El origen de las diferentes harinas de yuca puede basarse en la diferencia de resultados en los diversos parámetros analizados durante el presente estudio. Sin embargo, podemos observar que el proceso de producción de harina puede estar en la base de preferencias como se muestra en los resultados del Análisis de Componentes Principales (PCA). Este mismo proceso de producción influyó en las características organolépticas de cada harina, así como en las características fisicoquímicas (Munanga 2020). Los valores de porcentaje de humedad de los tres tipos de harina, donde la harina del Mercado Municipal es del 13.677%, seguida de Chawande (13.447%) y Shoprite (11.220%) (Munanga 2020).

Barriada (2018), Caracterización física y nutricional de frutos de yuca (Yucca mixtecana). La relación entre los ácidos grasos indica una proporción mayor de ácidos saturados, la que se desaconseja en la dieta para humanos. Pero en los frutos de yuca la concentración de lípidos totales es baja en comparación con la mayoría de los alimentos. La proteína del mesocarpio de yuca es variada, en cuanto al contenido de proteína es de 2.29%, lípidos totales es de 1.70% (Barriada-Bernal 2018). Se pudo observar que la longitud presento un valor medio igual a 27.5 cm; la circunferencia un valor medio de 16 cm; el grosor de l cascara un valor de 3 mm; el grosor de la pulpa un valor de 50 mm y la relación pulpa/cáscara un coeficiente de 4.75. Estos indicadores están dentro de los rangos de otras variedades de yucas existentes en el país (Brito 2017).

Carrera (2019), En su trabajo “Desarrollo y caracterización de panquecas a base de harina de trigo (Triticum) y harina de yuca (*Manihot esculenta*)”. Los resultados obtenidos, para todas las pruebas realizadas, sugieren la factibilidad de la sustitución total de la harina de trigo, por harina de yuca, en este producto, por lo que se demuestra que es posible diversificar tecnológicamente el uso de la harina de yuca. Aunque se obtuvieron resultados positivos, para futuros estudios recomendamos la variación en la sustitución de harina de trigo por harina de yuca y otros tipos de harina en diferentes porcentajes, que ayuden a mejorar las cualidades texturales del producto (Carrera 2019). A pesar de las diferencias encontradas en algunos de los parámetros de la textura entre las panquecas con harina de yuca comparadas con las de harina de trigo, estas no influyeron en la aceptación por el panel no entrenado que las degustó (Carrera 2019). El olor y el sabor obtuvieron las mejores calificaciones en ambas muestras. Con una diferencia de 18.94% en el olor para la muestra de yuca y 14.74% en el sabor para la muestra trigo, debido a que la muestra de yuca al final presentaba un sabor levemente amargo, atribuido a los carbohidratos que es el componente mayoritario en esta harina (Carrera 2019). Para las tres variedades de yuca; el promedio del contenido de carbohidratos en la yuca Valencia fue de 34%, 31% en la variedad Brasileña y 36% en la variedad Papa (Camargo 2020).

2.1.2. Antecedentes nacionales

Albornoz (1998), en su tesis titulada “Utilización de una Alfa amilasa Bacteria) y Levadura de Panificación en la Elaboración del "Masato", menciona que la yuca *(Manihot esculenta* Crantz) var. Morada, evaluándose la sustitución del proceso de masticado (sacarificación salival) de la yuca durante la elaboración del "masato"(Yuca cocida fermentada) con un proceso de sacarificación enzimática utilizando una alfa amilasa bacterial comercial proporcionado por la empresa BIOCON DEL PERÚ S.A., encontrándose que dicha sustitución no afecta significativamente en las características organolépticas del masato. Determinándose los siguientes parámetros tecnológicos para su empleo: Temperatura de 65° C, pH de 5.5, Concentración de enzima 0.02% y un tiempo de 30 minutos.

Sedano (2006), en su tesis titulada “Selección de cepas nativas de *Lactobacillus* con actividad inhibitoria y tolerantes al etanol del masato”, pudo detectar cepas nativas de bacterias lácticas productoras de sustancias antimicrobianas, adaptadas a las condiciones ambientales y materias primas regionales, es sumamente importante, para mejorar la calidad sensorial y sanitaria del “masato”. Asimismo, las cepas de *Lactobacilos* muestran un alto nivel de tolerancia a concentraciones de etanol agregadas al medio de cultivo, siendo más del 80% de cepas aisladas tolerantes a 10% de etanol, mientras que 6% tolera concentraciones de hasta 12% v/v de etanol Se proponen las cepas *Lactobacillus plantarum* 4M0.2, *Lactobacillus plantarum* M9.5, *Lactobacillus acidophilus* M2.9, *Lactobacillus alimentarius* 5M1.2 como una selección de cepas de interés biotecnológico, así como a *Lactobacillus plantarum* M4, cepa del estudio con mayor espectro antimicrobiano tolerante hasta una concentración de 8% de etanol en el medio de cultivo.

2.2. Yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

La "yuca", *tüxe* en lengua ticuna, pertenece a la familia Euphorbiaceae, se cultiva en todas las zonas tropicales del mundo y es considerada la fuente primaria de hidratos de carbono para más de ochocientos millones de personas en todo el mundo (Lebot 2009; FAO 2013; Clement 2016). El nombre científico

de la "yuca", *Manihot esculenta*, fue acuñado por el botánico luxemburgués Heinrich von Crantz en 1766, siendo posteriormente reclasificada, dependiendo de si se trataba de la "yuca dulce" *Manihot aipi* o de la "yuca amarga o brava" *Manihot utilissima.* En 1938, gracias al trabajo desarrollado por el agrónomo y botánico italiano Raffaele Ciferri, se dio prioridad al trabajo de Crantz y se adoptó su clasificación, que sigue vigente en la actualidad (Martín 2019). La separación geográfica a varios niveles (tipos de suelo, aspectos culturales entre otros), reforzada por la selección artificial, consciente o inconsciente, hizo que el flujo de genes entre las razas dulce y brava fuera mucho menos frecuente que el flujo de genes dentro de cada grupo de variedades locales, lo que condujo a la diferenciación genética y a la agrupación dulce o amarga (Elias *et al*., 2004; Martín 2019).

La yuca ha sido cultivada en Sudamérica desde mucho antes de la Colonia; se cree originaria de Brasil (CORPEI 2009), esto es apoyado por (Fretes Francisco, 2010) quien indica que el origen genético se encuentra en la Cuenca Amazónica. El área de distribución se extiende desde Arizona, Estados Unidos, hasta la cuenca de la Plata en Argentina. Sin embargo, en la parte norte de Brasil es donde se han encontrado especies taxonómicamente más afines a *Manihot esculenta*. La yuca crece en una variada gama de condiciones tropicales; trópicas húmedas y cálidas, trópicas de altitud media y subtropical con fríos y lluvias de verano, es por ello que su producción en Ecuador es ventajosa (Aguilar 2017). En Ecuador el cultivo de la yuca es tradicional y durante siglos lo han realizado indígenas de la Amazonía, campesinos de la Costa y en valles bajos de la Sierra (Muñoz 2012).

2.2.1. Clasificación taxonómica.

La yuca pertenece a la familia Euforbiaceae, subfamilia Crotonoideae y tribu Manihotae. El género Manihot tiene más de 100 especies y muchas de ellas producen látex y ácido cianhídrico. Solamente Manihot esculenta tiene importancia económica (Suárez 2011). La división entre las yucas amargas y dulces está dada por el contenido de ácido cianhídrico (HCN). Las yucas amargas son las que tienen el mayor contenido de HCN (>50 mg/L), poseen un mayor rendimiento y una mejor calidad de almidón. Las dulces poseen bajas

concentraciones de HCN y son las preferidas para el consumo humano (León 1987, Aguilar 1991, Bonierbale 1997, Ospina y Ceballos 2002, Segreda 2016).

Según Ospina y Ceballos (2002), la yuca *Manihot esculenta* Crantz se encuentra ubicada taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Phanerógamas

Clase: Dicotiledoneas

Subclase: Dilleniidae

Orden : Geraniales

Familia: Euphorbiaceae

Subfamilia: Byttnerioideae

Género: Manihot

Especie: *Manihot esculenta Crantz*.

Fuente: Ospina y Ceballos 2002

2.2.2. Descripción botánica de la yuca.

(*Manihot esculenta* Cratnz), pertenece a la familia Euphorbiaceae la cual está constituida por aproximadamente 7200 especies y tienen como característica principal un notable desarrollo de los vasos laticíferos, los cuales están compuesto por células secretoras llamadas galactositos, las que producen la secreción lechosa que caracteriza a las plantas de esta familia (Caichihua 2018).

Una de las tribus más importantes de esta familia es Manihoteae, la cual está representada por el género Manihot que agrupan arbustos o hierbas de porte alto. Dentro del género Manihot, se han clasificado un centenar de especies, entre las cuales la única cultivada comercialmente es la “yuca” *Manihot esculenta* Crantz (Ospina y Ceballos 2002, Sánchez 2019).

2.2.3. Yuca variedades señorita.

La variedad produce en 8 meses, difundida en el distrito de Campo Verde, cabe señalar que esta es la variedad que se siembra a mayor escala debido a su baja degradación (soporta hasta 10 días sin deteriorarse ante la oxidación o “oscurecimiento” por efecto de la humedad), además del peso y tamaño adecuado que presenta, de esta variedad se obtiene hasta un 18% de obtención de almidón, cuya producción está dirigida al mercado local, el producto obtenido cuenta con registro sanitario E8400412N/XAOODE (MINAGRI 2013). Los clones incluidos en el Registro Oficial de Variedades y autorizados para plantar son: Señorita, CMC-40, CEMSA 74-725, y otros (Suárez & Mederos 2011). Se elige la variedad por sus características de ser una planta de 6 a 8 meses con raíces de longitud 30 a 40 cm, altura de 1.5 m que al agricultor le interesa (Carrión 2016, Sánchez 2019).

2.2.4. Composición nutricional de la yuca.

Proteína cruda La concentración de proteínas cruda (PC) en estos recursos es baja, aunque con variaciones considerables entre especies y variedades. La PC en recursos como achira, arracacha, ñame, yuca y plátano es muy baja (1.7 a 3.9%) mientras que el ñame y la papa presentan mayor valor (6 a 11%), similar a lo reportado para granos. En el almidón La concentración de almidón en materia seca (MS) de estas fuentes es comparable con la de los granos de cereales. Huntington et al. (2006), reportaron que los cereales contienen entre 57 a 77% de almidón.

2.2.5. Proceso de industrialización de la yuca

Curicama (2018), el proceso de industrialización de la yuca tiene diferentes fases que deben de realizarse de manera ordenada y sistemática con la finalidad de obtener un producto de alta calidad. Las etapas son las siguientes: ✓ Lavado y clasificación de la yuca: En esta fase la yuca es sometida a movimientos rototraslatorios con abundante agua en cascada, para liberar la cascarilla de color marrón, después de esto la yuca es sometida nuevamente a un lavado,

haciendo uso de un cepillo para eliminar cualquier tipo de agente contaminante. Troceado: Esta técnica consiste en dividir en trozos la materia prima esta puede ser realizada de manera manual o en máquinas (Delgado 2020).

Secado: después de ser lavada la yuca correctamente, se procede al secado cuya técnica consiste en extraer la humedad que queda en el interior de la yuca, uno de los métodos más comunes es que los trozos de yuca se pongan en una canasta amplia con pequeños orificios con la finalidad de lograr un secado homogéneo, la duración del secado dependerá del grosor de los trozos de yuca por general se queda en secado durante 15 a 20 minutos (Delgado 2020).

Rallado: consiste en desmenuzar el tubérculo con el fin de convertirlo en masa por lo consiguiente una vez secado los trozos de yuca se procede al rallado de este tubérculo para esta técnica se empleará un tipo de rallado se utilizará un rallador industrial para tener un acabado en la masa homogéneo y libre de grumos (Delgado 2020).

Empaquetado: en términos generales sirve para facilitar, proteger y garantizar que el producto se entregue en buenas condiciones, el material utilizado debe ser siempre adecuado para soportar las altas y bajas temperaturas (Delgado 2020).

2.2.6. Manufactura a escala artesanal.

Aritizabal (2007), el proceso es realizado casi completamente de forma manual con el uso de herramientas de mano y generalmente es hecho por grupos que emplean gran número de personas de la familia campesina lo que significa una fuente de ingreso para la comunidad. La producción varía entre 50-60 kg de almidón por persona/día. La eficiencia de la extracción es alrededor de 17 a 20 por ciento, es decir una relación de peso de raíces frescas: almidón de 6-5:1. La operación de lavado es realizada con las manos o en algunas ocasiones con los pies. El pelado de las raíces se realiza de forma manual, usando cuchillos para despojar la cascarilla o en algunos casos la corteza interior o cáscara. El rallado de las raíces se realiza en un rallador que puede ser una lata perforada estacionaria o un cilindro de acero perforado. La pulpa obtenida es depositada

sobre una tela que cuelga o está fija a un marco de madera debajo un depósito o tanque; el colado se realiza manualmente lavando con agua y exprimiendo la pulpa mientras la lechada de almidón es recolectada en el depósito (Delgado 2020). El rendimiento obtenido manualmente depende de la variedad de yuca, del tipo de rallado empleado, del número de personas que intervienen en la operación y de su destreza. Cuando los gránulos del almidón se han depositado, se retira el agua sobrenadante y la torta de almidón es desmenuzada para facilitar su secado. La etapa de secado se realiza al sol, depositando el almidón sobre techos de láminas de zinc o sobre esteras forradas con plástico. negro, soportadas en estructuras de madera o guadua. El almidón debe ser removido continuamente para hacer más eficiente el secado (Delgado 2020).

El método de secado natural es el método más primitivo para deshidratar hojas o raíces de yuca. Consiste en colocar de manera esparcida sobre bandejas inclinadas de madera con un fondo de superficie plana en malla fina para permitir el paso del aire y exponer el material al sol, durante 48 horas, tiempo requerido para alcanzar una textura de material seco. Los promedios obtenidos con este método, fueron de 43.0% para HCN (cianuro de hidrógeno, o ácido cianhídrico) total liberado (Pérez 2016). En el método de secado artificial se utiliza un secador de capa fija, de capacidad variable conforme al tamaño de la cámara de secado y a la potencia del motor. Este secador está dividido en compartimientos que funcionan con dos ventiladores de aire localizados en los extremos del equipo. El quemador a gas propano produce la llama dando inicio a la circulación de aire caliente forzado a 40°C, que es conducido a la cámara de secado del equipo, el cual entra por debajo del metal que mide aproximadamente de 10 a100 mm de espesor. La carga de follaje verde (que incluyó hojas, peciolo y tallos), se esparce uniformemente sobre los compartimientos con lámina de metal durante ocho horas. Los promedios obtenidos con este método, fueron de 58.5% para HCN (cianuro de hidrógeno, o ácido cianhídrico) total liberado (Pérez 2016; Cuvi, L. 2020).

Como se puede apreciar en luego del horneo de 2 horas a 50°C y 5 horas a 30°C y de los tres lavados se eliminaron los agentes cianogénicos mientras que en el método de ebullición se eliminaron a los 10 minutos, pero en este último caso se reportó una disminución de vitamina B y C solubles al agua al igual que proteínas

y metionina además de una perdida de color a verde opaco mientras que por el método suave conservaron su color brillante por lo que este último método es el más recomendado para eliminar agentes cianogénicos (Bradbury 2014; Cuvi, L. 2020).

2.2.7. Relación entre la calidad de la yuca y sus parámetros fisicoquímicos.

Algunos parámetros de calidad son fáciles de relacionar con la composición química de la raíz; es el caso del sabor amargo que se debe principalmente al HCN y en parte a los fenoles, o el de la textura fibrosa que se relaciona con la fibra del parénquima. Sin embargo, la mayoría de los factores son difíciles de relacionar en esta forma porque son de carácter netamente subjetivo e involucran varios componentes. La textura y cocción de las raíces de yuca están muy relacionadas con la calidad del almidón. Sin embargo, no es solo el almidón el único elemento que determina estas características, sino también otros factores relacionados con propiedades reológicas y físicas, o sea con los cambios que ocurren durante la cocción del almidón. Los compuestos fenólicos, involucrados en los procesos de deterioro fisiológico poscosecha, reducen la calidad de la yuca fresca cambiándole el sabor y el olor al cocinarla (FAO 2007, Rodríguez 2019). La calidad de la yuca seca para consumo humano o animal depende no solamente de la materia prima, sino también del procesamiento. Un tiempo de secado prolongado puede dar como resultado un producto de baja calidad, debido al tiempo que deja disponible para que se efectúen cambios enzimáticos relacionados con el deterioro fisiológico, el crecimiento de hongos y levaduras y la producción de taninos. La calidad también puede ser afectada por los contenidos de humedad, azúcares, fenoles, presencia de aflatoxinas y fibra en la raíz fresca (Wheatley 1991, Jiménez 2016).

2.3. FERMENTACIÓN EN YUCA.

La fermentación es un proceso efectivo en la eliminación de los compuestos ciánicos endógenos de la yuca, luego de proceso tradicional de fermentación, el contenido de glucósidos cianógenos (Linamarina y Lotaustralina) es reducido

casi completamente debido principalmente a la acción de las enzimas de la bacteria acido lácticas encargadas de este proceso (Kobawila 2005). Durante la fermentación se presentas cambios en la disminución en el pH, formación de ácidos orgánicos, ataque por enzimas amilolíticas, disminución del poder de hinchamiento y viscosidad y aumento de la solubilidad del almidón de yuca (Ramírez 1995).

Algunos investigadores han evaluado el efecto de la adición de nutrientes sobre la calidad del almidón. María (2007) y Marcon (2004), plantearon que la adición de jarabe de glucosa al proceso de fermentación del almidón de mandioca podría reducir significativamente el tiempo de fermentación, como una alternativa importante para acelerar el proceso de fermentación de almidón de yuca en regiones frías, sin que se afectara la calidad del producto final, determinada por el poder de panificación, lo que hizo más eficiente la obtención de almidón agrio (Fadul 2018). Las etapas claves del proceso de producción de este producto son la fermentación y el secado, en donde se genera la capacidad de expansión deseable en la panificación, la cual no se pude obtener con un almidón sin fermentar y sin secar (López 2011).

Los gránulos de almidón son modificados por enzimas y ácidos orgánicos durante la fermentación y posterior secado al sol, la luz solar contribuye a la generación de compuestos oxidados y al cumplimiento de las características peculiares de las dextrinas que tienen diferentes grados de polimerización y gránulos de almidón perforados, que mejoran la estructura del almidón de yuca agria tradicional (Marcon 2009; Fadul 2018).

La adición de sustratos al medio y el método de secado ejercieron un efecto significativo en el proceso fermentativo del almidón agrio de yuca ($p<0.05$). A través, de la elaboración de un producto de panificación de tipo pan de bono se corrobora el aumento de la capacidad de expansión del almidón. Asimismo, los aumentos en el poder de hinchamiento descritos al final de la fermentación para los tratamientos con adición de sustratos T1 y T2. En condiciones óptimas de secado el método por humidificación M1 presento mejores resultados en el volumen de expansión en comparación con el método tradicional M2.El tratamiento T2 presento el mayor volumen de expansión en el menor tiempo de

fermentación con un resultado de 3.38 ml/gr para el día 20 de fermentación. Por último, el método de secado M1 favoreció la disminución en el índice de solubilidad de agua en el almidón agrio de yuca obtenido al final de la fermentación por cada uno de los tratamientos aplicados. Los resultados obtenidos nos permiten sentar algunas bases para procesos de estandarización y mejora del proceso productivo y calidad final del almidón agrio de yuca para la industria panadera y afines (Fadul 2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Ubicación del trabajo de investigación.

El proyecto de investigación titulado “efecto de diferentes fuentes de fermento en la elaboración de harina de masato a partir de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y su uso en la elaboración del pan”, se desarrolló en la Universidad Nacional de Ucayali, en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias donde se realizó todas las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos.

3.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

El proyecto de investigación tuvo una duración de 125 días, desde el 1 setiembre del 2019 al 20 de enero del 2020, durante toda esta etapa se llegó a cumplir con los objetivos planteados.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.

Los materiales y equipos utilizados para la obtención de la harina de masato son los siguientes:

3.3.1. Materiales.

Los materiales que se utilizaron en el presente trabajo de investigación son los siguientes:

Mesa de acero inoxidable, cuchillos, olla de 10 Lt, balde 20lt y 10lt, bolsas de polietileno de alta densidad 90 um FOODSAVER, madera Capirona, cucharas, tabla de plástico, jarras de 5 L, probetas de 25 ml, vasos precipitados de 250 mL,100mL, 20 m, matraces Erlenmeyer 250 ml, pipeta 2 ml, crisoles, espátula, desecador, tubos de digestión, bureta de titulación, estufa MEMMERT, equipo de soxhlet, agitador magnético, mandil (Guardapolvo), guantes de látex de 7, cofia, protector bucal, trapo industrial, cuaderno de notas, lapiceros, calculadora científica, plumón.

3.3.2. Equipos.

Los equipos que se utilizaron en el presente trabajo de investigación son los siguientes:

Cámara fotográfica, balanza de precisión de 2000g, balanza de 15 kg, mortero, mufla, NABERTHERM 30 – 3000°C, termómetro, ambiental BOECO GERMANY, hornilla eléctrica MIRAY, digestor microkjeldahl, destilador microkjeldahl,

3.3.3. Insumos.

Los insumos que se utilizaron en el presente trabajo de investigación son los siguientes:

Yuca variedad señorita, levadura *Saccharomyces cerevisiae*, azúcar rubia, Jugo de caña variedad casa grande, masato preparado.

3.4. METODOLOGÍA.

3.4.1. Elaboración de Harina de Masato.

El masato difiere de lo que se elabora con fines comerciales, para el caso de la fermentación, el cual tradicionalmente se hacía con yuca masticada, y la saliva era la que facilitaba la operación; en muchas comunidades y en las ciudades, se ha "modernizado" y se está utilizando azúcar o un poco de alcohol para favorecer el inicio de la operación; o se adiciona levadura de panificación. Sin embargo, el masato elaborado con yuca mascada, continúa produciéndose y consumiéndose por muchas etnias y campesinos en nuestra amazonia; especialmente por aquellos que no quieren dejar sus costumbres y tradiciones (Daza 2006).

Menciona que, para la preparación del masato, la yuca recién hervida, se empieza a batirla con la ayuda del tain, una pieza de madera de chonta similar a una larga espátula. El batido se prolonga por cerca de 37 a 20 minutos hasta dejar la yuca convertida en una pasta suave y uniforme. Es entonces cuando se añade agua tibia y algo de azúcar. En algunos casos el masato se prepara masticando la yuca y dejando que la saliva se encargue de la fermentación. En algunos casos el proceso se "moderniza", utilizando el azúcar como vehículo para la fermentación del masato y obtención de la harina de yuca (Daza 2006).

3.4.1.1. Descripción de las operaciones

En el siguiente grafico se observa el flujograma para la elaboración de la harina de masato.

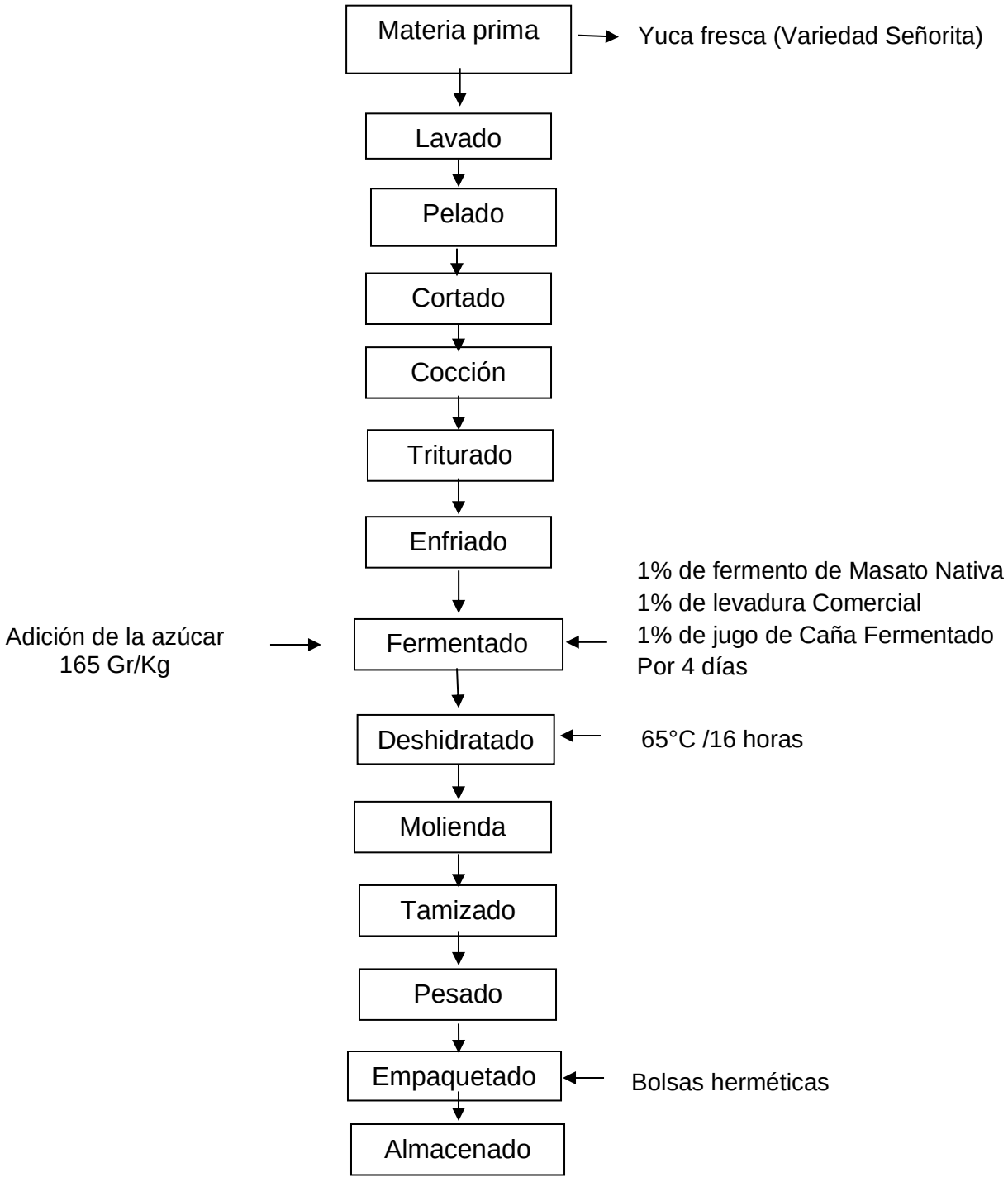


Figura 01. Flujograma para la elaboración de la harina de masato.

3.4.1.2. Descripción de las operaciones obtención de pan de masato.

Descripción del flujograma para la elaboración de pan

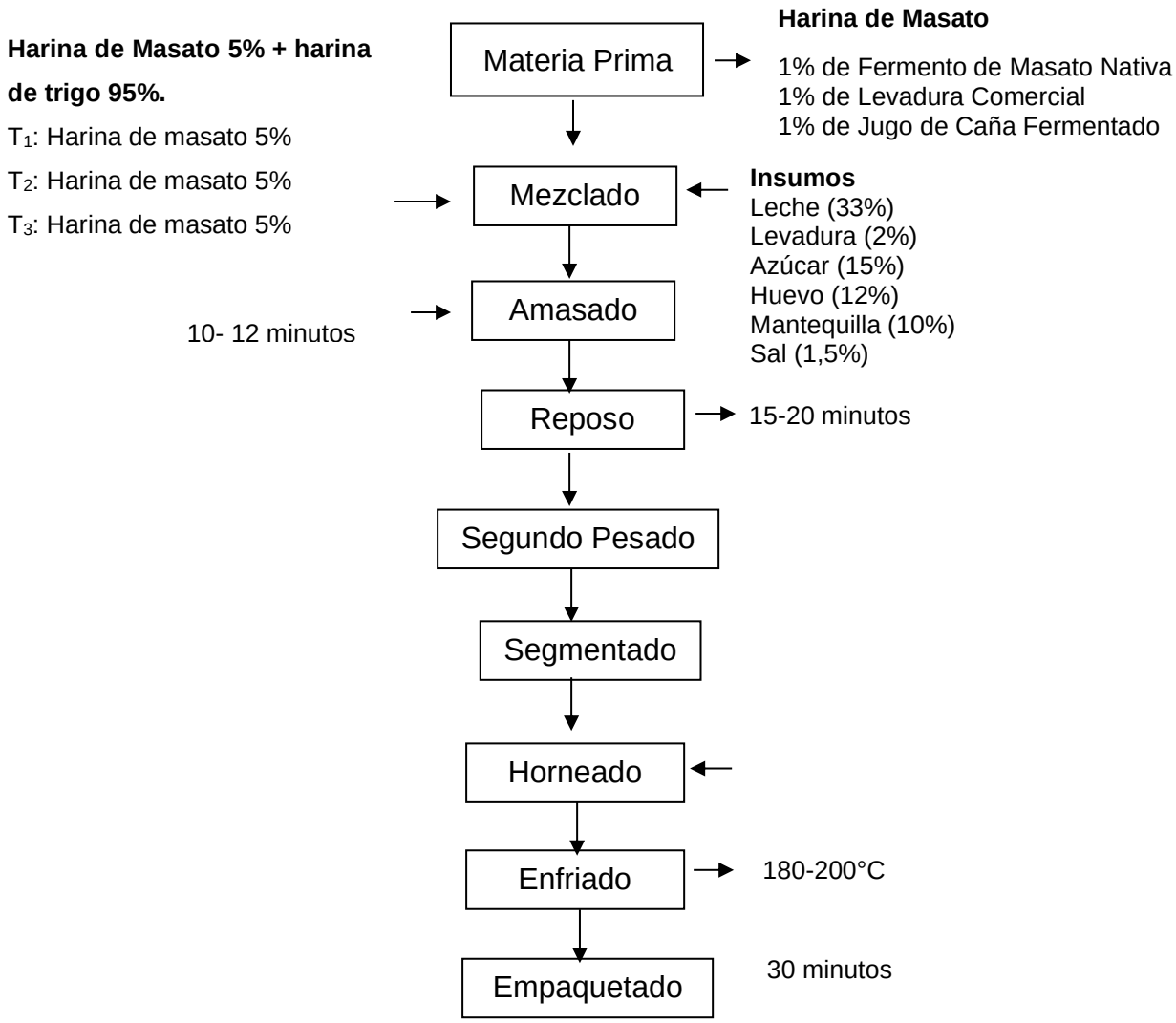


Figura 02. Flujograma para la elaboración de pan a partir de la harina de masato.

3.4.2. Descripción de las operaciones.

3.4.2.1. Descripción de las operaciones para la obtención de la harina de masato.

Los procedimientos se detallan a continuación:

- **Materia prima**

La cosecha de la yuca se realizó cuando está madura, para la elaboración del masato se utilizó la variedad de yuca señorita, porque esta da un color agradable a la bebida.

- **Lavado**

Esta operación se realizó para eliminar la tierra y otras sustancias agregando hipoclorito de sodio al 1% cuando se pela, así como para reducir la cantidad de ácido cianhídrico presente en la yuca.

- **Pelado**

Esta operación es fácil de realizar; se cortaron los dos extremos de la yuca de la variedad señorita y se hace un corte longitudinal superficial y con la mano se retiró la cáscara.

- **Cortado**

Esta operación se realizó para facilitar el acomodo de la yuca en la olla, asegurando la cocción uniforme; generalmente se corta aproximadamente de 10 cm de largo y si es gruesa la yuca, se realiza un rajado en 2 mitades.

- **Cocción**

Esta operación se realizó en una cocina industrial, el tiempo de cocción de la yuca para la elaboración del masato será muy relativo, dependerá mayormente de la intensidad del fuego, y del estado de la yuca; en un tiempo promedio de 45 minutos, solo necesitaremos un buen hervor; lo cual permitirá cocinarse bien para que el machacado de la yuca sea más fácil.

- **Triturado**

Luego de la cocción se escurrió la yuca, y esta agua se recogerá para utilizarlo después; antes que la yuca se enfríe y se ponga dura, se comenzará a machacarlo. En esta operación se realiza generalmente en un balde donde se pone la yuca y con un mazo de madera (especie de remo hecho de palo), se machacará la yuca. Si la yuca no se machaca bien, dificulta la fermentación.

- **Enfriado**

Se realizó el enfriado debido a que la disminución de la temperatura en la masa es lenta lo que ocasiona la proliferación de otro tipo de microorganismos permitiendo la formación olores desagradables. Se enfrió hasta una temperatura de 30° C aproximadamente.

- **Fermentado**

Para lograr la fermentación de la yuca, la masa se puso en un balde, tradicionalmente siempre se realiza en tinaja; esta operación se realizó en baldes de plástico durante un periodo de 4 días. Después del machacado se adiciona a la mezcla de azúcar en una relación de 1:6 por kilo de masa de masato, antes de realizar la fermentación.

T1: Masato de yuca con un 1% de fermento de masato.

Se elaboro de yuca variedad señorita de 9 meses de edad, donde el 1% del peso total de la yuca cocida (40 gramos de fermento), estuvo conformada por fermento de Masato que se obtuvo en el laboratorio de agroindustria, el tiempo de fermentación será de 4 días.

T2: Masato de yuca con un 1% de levadura diluida en agua.

Se elaboro de yuca variedad señorita de 9 meses de edad, donde el 1% del peso total de la yuca cocida estará conformada por levadura *Saccharomyces serviciae* (10 gramos de levadura por kilo de masato) al 1% diluida en agua del peso total de la masa, el tiempo de fermentación será de 4 días.

T3: Masato de yuca con un 1% de jugo de caña fermentado.

Se elaboro de yuca variedad señorita 9 meses de edad, donde el 1% del peso total de la yuca cocida estará conformada por jugo de caña fermentado dos días, el tiempo de fermentación será de 4 días.

- **Pesado**

Esta operación se realizó a cada tratamiento y repeticiones y se utilizó una balanza digital marca denier scale Modelo: XY-C series.

- **Deshidratado**

Este proceso se realizó a cada tratamiento y repeticiones en el cual se logró eliminar prácticamente la totalidad del agua del producto mediante el calor, sin alterar los nutrientes, vitaminas, minerales y su sabor a una temperatura de 65 °C durante 16 horas en un deshidratador de 10 kg y 10 bandejas digital.

- **Molienda**

En esta operación se desmenuzará la materia sólida, del masato deshidratado, partiéndolo entre dos piezas duras hasta reducirla a trozos muy pequeños en un molino de mano marca Corona.

- **Tamizado**

Este proceso físico mecánico se realizó para la separación de las partículas sólidas de diferente tamaño al pasarlas por un tamiz de 0.01mm. Un tamiz es una herramienta que tiene a lo largo de toda su superficie poros generalmente de igual tamaño.

- **Pesado**

Esta operación se realizó a cada tratamiento y repeticiones en una balanza digital marca denier scale Modelo: XY-C series.

- **Empaquetado**

En esta operación se realizó el empaquetado de las harinas después de ser desmenuzadas la materia sólida a polvo del masato en sólido, lo cual se empaquetaron en bolsas herméticas de 100 gramos.

- **Almacenamiento**

En esta operación se realizó el almacenamiento de las harinas de los diferentes tratamientos y repeticiones. El almacenamiento debe hacerse en sitios frescos y ventilados la temperatura no debe superar los 18ºC (evita deterioro de la harina,

mejor calidad). No almacenar la harina con humedad superior al 15%, porque favorece la proliferación de insectos y provoca apelmazamiento en la misma, provocando aparición de bloques en los sacos.

3.4.2.2. Descripción de las operaciones para la elaboración de pan.

- **Materia Prima**

Estuvo conformado por harina de yuca elaborado al 1% de Fermento de Masato Nativa, 1% de Levadura Comercial y 1% de Jugo de Caña Fermentado.

- **Primer pesado**

Esto se realizó con la intención de conocer el peso inicial de los insumos necesarios para la elaboración de pan de harina de yuca.

- **Mezclado**

La mezcla se realizó con la harina de yuca de los diferentes tratamientos y los insumos tales como la leche, levadura, azúcar, huevo, mantequilla y sal.

- **Amasado**

Este proceso se realizó en un tiempo de 10 a 12 minutos esto realizo con la intención de darle mayor resistencia a la masa y así poder elaborar más fácilmente el pan.

- **Reposo**

Tuvo una duración de 15 a 20 minutos, donde la masa incremento su volumen durante este tiempo.

- **Segundo pesado**

Esto se realizó después del proceso de reposo donde se determinó el peso de todos los insumos mezclados.

- **Fragmentado**

Esto se realizó con la intención de darle forma homogénea antes del horneado del pan de harina de masato.

- **Horneado**

Se realizo al finalizar la primera etapa del proceso donde se llevó al pan divido al horno marca EMPIRE D. horno mixto a una temperatura de 180 a 200°C.

- **Enfriado**

Esta actividad se realizó después del horneado, el tiempo promedio de enfriado para esta etapa fue de 30 minutos.

- **Empaquetado**

Durante esta se empaqueto los panes enfriados con la intención de llevarlos a un grupo de panelista quienes se encargaron determinar las características organolépticas de este producto.

3.5. TÉCNICAS DE MUESTREO.

En la elaboración del trabajo para la producción de la Harina de Masato, se tomó raíces tuberosas de yuca obtenidos del kilómetro 37 caserío Vista Alegre interior 1 kilometro, las raíces a utilizarse se tomaron al azar. Para cada unidad experimental se utilizó 5 kg de yuca fresca de una parcela de 1 hectárea, provenientes del fundo Buena Tierra, del señor Juan Tamani.

Para la evaluación sensorial del pan elaborado con sustitución de harina de masato serán las personas asistentes a la Universidad Nacional de Ucayali, de donde se tomó una muestra al azar de 25 personas para la evaluación sensorial del pan con sustitución del 5% de harina de trigo.

El instrumento a emplearse en la recolección de datos lo constituye la encuesta, cuyas preguntas permitirán evaluar de forma cualitativa las características organolépticas de la harina de Masato.

3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN.

3.6.1. Para los resultados paramétricos

El presente trabajo de investigación se utilizó el diseño completamente al azar DCA, con 3 tratamientos y 3 repeticiones, teniendo un total de 9 unidades experimentales, de encontrarse diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos se aplicará la prueba de Tukey al 0.05 de significación para cada variable en estudio, para las pruebas sensoriales se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman.

Modelo estadístico:

$$Yij = U + Ti + Eij$$

Donde:

Yij = Cualquier observación en estudio.

U = Media general

Ti = Efecto del i – esimo tratamiento en estudio

Eij = Error o residual.

Tabla 1. Grados de libertad y fuentes de variabilidad del análisis ANVA.

FV	GL
Tratamientos	2
Error	6
Total	8

Para las evaluaciones no paramétricas

Análisis sensorial

Para las características sensoriales de la harina a partir de masato de yuca, se empleó el análisis no paramétrico, mediante la prueba de Friedman.

Procedimiento:

Se instalo el panel de consumidores no calificado (n= 25), en un ambiente preparado.

Se entrego a cada panelista la primera muestra (vasito transparente), quienes deben evaluarla en el siguiente orden: color, olor, sabor. Registraron sus puntuaciones en la escala impresa que se les entrego.

Se entrego un vaso de agua a cada panelista para que puedan enjuagar la boca y eliminar el olor y sabor de la primera muestra. Se entrego a cada panelista la segunda muestra para su evaluación, luego de la cual deben enjuagar la boca para recibir la tercera muestra, la que también será evaluada similar a la segunda y primera muestra. Se procedió de la misma forma con la cuarta muestra.

Se tabulo los datos de cada escala (n=25)

Se analizo con ANVA.

Modelo matemático Friedman

$S=\frac{12}{nk\,(k+1)}\,[\sum_{j=1}^{k} R_j{}^2]$-3n(k+1)

Donde:

- k: N° tratamientos
- n: N° panelistas.
- R: Suma de rangos del j-ésimo tratamiento.

Tratamientos

Se aplico a 25 panelistas entrenados o semi entrenados. Haciendo degustar las 4 muestras ordenadas aleatoriamente.

Tabla 2. Diseño y distribución de panelitas.

Panelista (P)	Tratamiento (T)		
	1	**2**	**3**
1	T1P1	T2P1	T3P1
2	T1P2	T2P2	T3P2
3	T1P3	T2P3	T3P3
4	T1P4	T2P4	T3P4
5	T1P5	T2P5	T3P5
6	T1P6	T2P6	T3P6
7	T1P7	T2P7	T3P7

8	T1P8	T2P8	T3P8
9	T1P9	T2P9	T3P9
10	T1P10	T2P10	T3P10
.	.	.	
.	.	.	
.	.	.	
25	T1P25	T2P25	T3P25

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS RAÍCES DE YUCA (*Manihot esculenta Crantz*), VARIEDAD SEÑORITA.

Las características más importantes se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 03. Caracterización de las raíces de yuca (*Manihot Esculenta* Crantz), variedad señorita.

N°	Características de la raíz tuberosa	
1	Color del pericarpio (cascara).	Marrón
2	Color del mesocarpio (corteza medio).	Blanco cremosa
3	Color de la pulpa de yuca	Blanco
4	Longitud de raíces (cm).	35
5	Diámetro de raíces (mm)	90
6	Impurezas (%)	6.45
7	Cascara (%)	16.22
8	Pulpa (%)	77.33

La característica visible más importante de la yuca (*Manihot Esculenta* Crantz), variedad señorita en Ucayali, es un pericarpio o cascara de color marrón, mesocarpio blanco cremoso, la pulpa de yuca presenta un color blanco, la raíz mide en promedio 35 centímetros, con un diámetro promedio de 90 milímetros, en cuanto al rendimiento de la pulpa, se determinó que las impurezas conforman el 6.45%, la cascara el 16.22% y la pulpa el 77.33%. esta variedad

se cosecha a los 9 meses después de la siembra, aunque en suelos aluviales se puede cosechar a los 6 o 7 meses después de la siembra. Se pudo observar que la longitud presento un valor medio igual a 27.5 cm; la circunferencia un valor medio de 16 cm; el grosor de la cascara un valor de 3 mm; el grosor de la pulpa un valor de 50 mm y la relación pulpa/cáscara un coeficiente de 4.75. Estos indicadores están dentro de los rangos de otras variedades de yucas existentes en el país (Brito 2017).

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL MASATO ELABORADO A PARTIR DE DIFERENTES FUENTES DE FERMENTO.

4.2.1. Temperatura del masato durante el proceso de fermentación.

Los datos relacionados al análisis de varianza de la temperatura del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento durante el proceso de fermentación se observan en la Tabla 13A, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 8.88%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.7123, esto nos indica que el 71.23% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 28.77% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 04. Variación de la temperatura del masato durante el proceso de fermentación.

Tratamiento	Variación de la temperatura en (°C) por día.			
	1	2	3	4
T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato)	30a	31.20c	30.30c	28.80b
T_2 (Masato con un 1% de levadura)	30a	34.20a	32.80a	29.00ab
T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado)	30a	32.40b	32.20b	29.07a

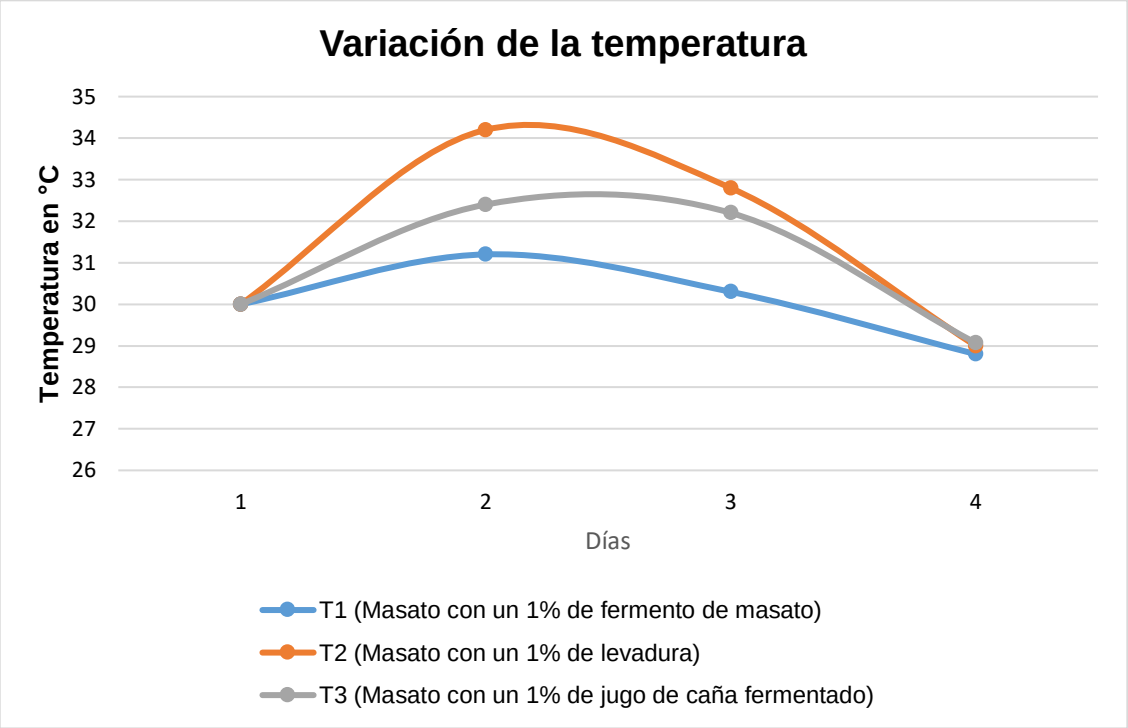


Figura 3. Fluctuación de la temperatura del masato durante el proceso de fermentación.

Después de determinar el rendimiento real de la pulpa en relación a la impureza y la cascara, se procedió a la cocción de la yuca, enfriamientos y a la aplicación de los tratamientos en estudios y sus respectivas fuentes de fermento, durante el primer día el T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato), T_2 (Masato con un 1% de levadura) y T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), presentaron la misma temperatura, todos presentaron la misma temperatura 30°C, durante el segundo día el T_2 (Masato con un 1% de levadura), presento la mayor temperatura con 34.20°C, y se mantuvo así durante el tercer día donde presento una temperatura superior a los demás tratamiento según la prueba de promedio de Tukey con 32.80°C, Durante el último día, el T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato), presento la menor temperatura con 28.8°C, el T_2 (Masato con un 1% de levadura) y T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), mantuvieron una temperatura de 29°C y 29.07°C. De acuerdo a la curva de tiempo se puede visualizar que el masato de chicha blanca en las variables respuestas de pH, acidez, °Brix y temperatura, cumplen con características semejantes a las del testigo teniendo variaciones mínimas por el

agente fermentativo agregado (levadura al 15%), identificando que si tuvo efecto el porcentaje agregado de levadura al llegar a las 72 horas (Mena 2019).

4.2.2. Humedad del masato durante el proceso de fermentación.

Los datos relacionados al análisis de varianza de la humedad del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento durante el proceso de fermentación se observan en la Tabla 14A, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.57%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9286, esto nos indica que el 92.86% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 7.14% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 05. Variación de la humedad del masato durante el proceso de fermentación.

Tratamiento	Variación de la humedad en (%) por día			
	1	**2**	**3**	**4**
T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato)	70.00a	59.00c	58.04a	56.04a
T_2 (Masato con un 1% de levadura)	70.00a	60.00b	57.05b	56.01b
T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado)	71.00a	61.00a	57.00c	56.00b

Los datos relacionados a la variación de la humedad del masato durante el proceso de fermentación, demostraron que existe una perdida significativa de humedad durante todo el proceso de fermentación, durante el primer día el T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato), T_2 (Masato con un 1% de levadura), presentaron el mismo porcentaje humedad con 70 %, mientras el T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), presento un 71% de humedad, durante el segundo día de evaluación el T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña

fermentado), siguió manteniendo un mayor contenido de humedad con 61%, el tercer día el T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato), presento un porcentaje de humedad más alto con 58.04%, durante el cuarto día el T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato), mantuvo un porcentaje de humedad de 56.04, mientras el T_2 (Masato con un 1% de levadura) y el T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), presentaron un porcentaje de humedad en el masato de 56.01% y 56%, durante la evaluación final. Se realizó un control experimental con instrumentación fisicoquímica para los parámetros humedad del masato de yuca con más de 70%, dando los resultados obtenidos en las tablas expuestas anteriormente las cuales reflejan el control de parámetros de calidad para este tipo de bebidas fermentadas con un grado alcohólico bajo, llevamos un control diario de 15 días para cada bebida (chicha blanca, chicha wiwis, y chicha negra) (Díaz 2020). La metodología del proceso de elaboración de chicha de masato de yuca con preparados enzimáticos fue realizada en base la preparación misma del masato de yuca nivel de laboratorio mediante conocimientos para su preparación en cada una de las condiciones (masato de yuca blanca, masato de yuca quemada y masato de yuca wiwis) y para la interacción con las enzimas se efectuó diluciones tales como soluto (masato de yuca y enzimas en relación al peso y concentración) 30% y solvente (agua) 70% ya que las enzimas interaccionan de manera más eficiente con medios acuosos. (Amagua 2020).

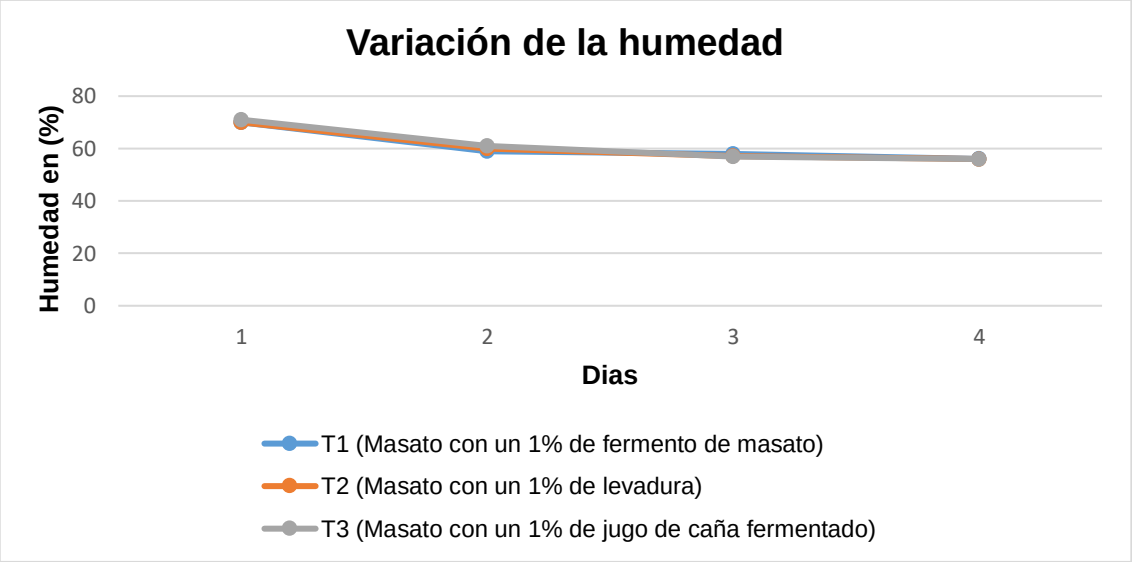


Figura 4. Fluctuación de la humedad del masato durante el proceso de fermentación.

4.2.3. Fluctuación del peso del masato durante el proceso de fermentación.

Los datos relacionados al análisis de varianza del peso del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento durante el proceso de fermentación se observan en la Tabla 15A, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 5.80%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9021$, esto nos indica que el 90.21% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 9.79% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 06. Variación del peso del masato durante el proceso de fermentación.

Tratamiento	Peso en (Kg) según día.			
	1	**2**	**3**	**4**
T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato)	4.3a	4.14a	4.02a	3.90a
T_2 (Masato con un 1% de levadura)	4.00c	3.80c	3.60b	3.59b
T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado)	4.10b	3.90b	3.60b	3.60b

En cuanto a la variación del peso del masato durante el proceso de fermentación, se pudo observar una perdida significativa del tiempo durante el proceso de fermentación, donde el T_2 (Masato con un 1% de levadura), presento la mayor pérdida de peso en 4 días de evaluación iniciando con 4 kilos y terminando con 3.59 kilogramos, seguido del T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), quien presento un peso inicial de 4.1 kilogramos y terminando con 3.60 kilogramos, finalmente el T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato), presento la menor pérdida de peso con 3.9 kilogramos al final de la evaluación.

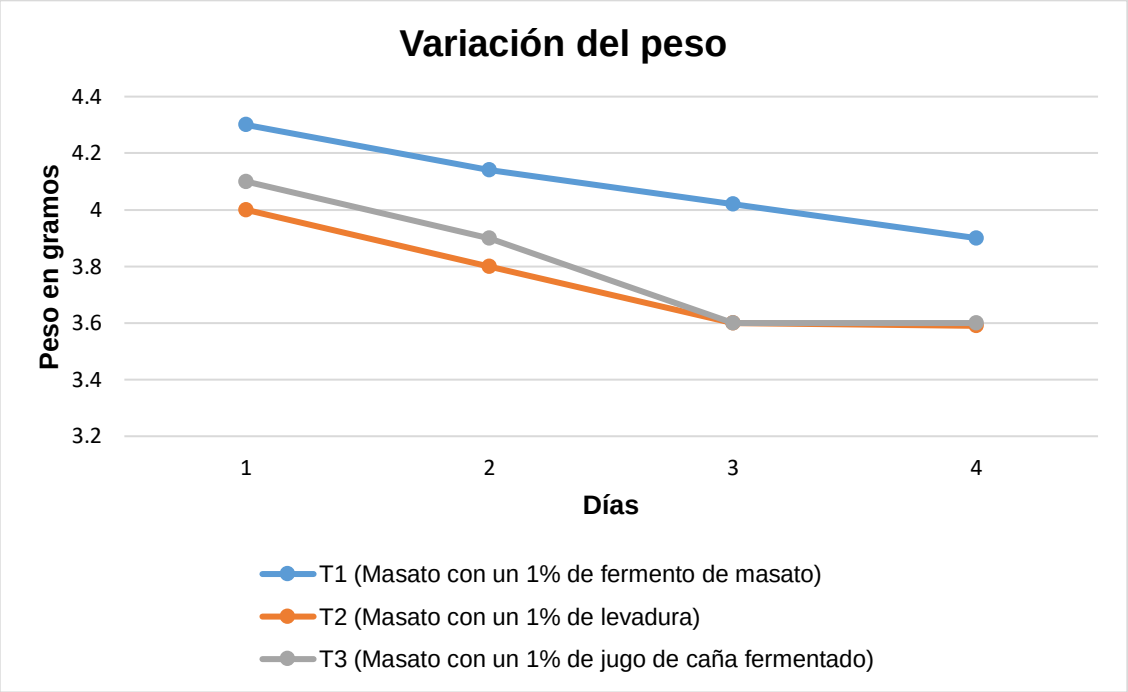


Figura 5. Fluctuación del peso del masato durante el proceso de fermentación.

4.3. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA HARINA DE MASATO.

4.3.1. Rendimiento de la harina elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

Los datos relacionados al análisis de varianza del rendimiento en porcentaje de la harina del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento se observan en la Tabla 16A, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 3.1%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9608$, esto nos indica que el 96.08% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 3.92% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 7. Rendimiento de la harina de yuca elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

Tratamiento	Rendimiento de la harina de masato		
	Peso inicial del masato en (g)	**Peso final de harina en (g)**	**Rendimiento en (%)**
T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato)	4300	430.83a	10.02a
T_2 (Masato con un 1% de levadura).	4000	400.33b	10.01b
T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado)	4100	408.97c	9.98c

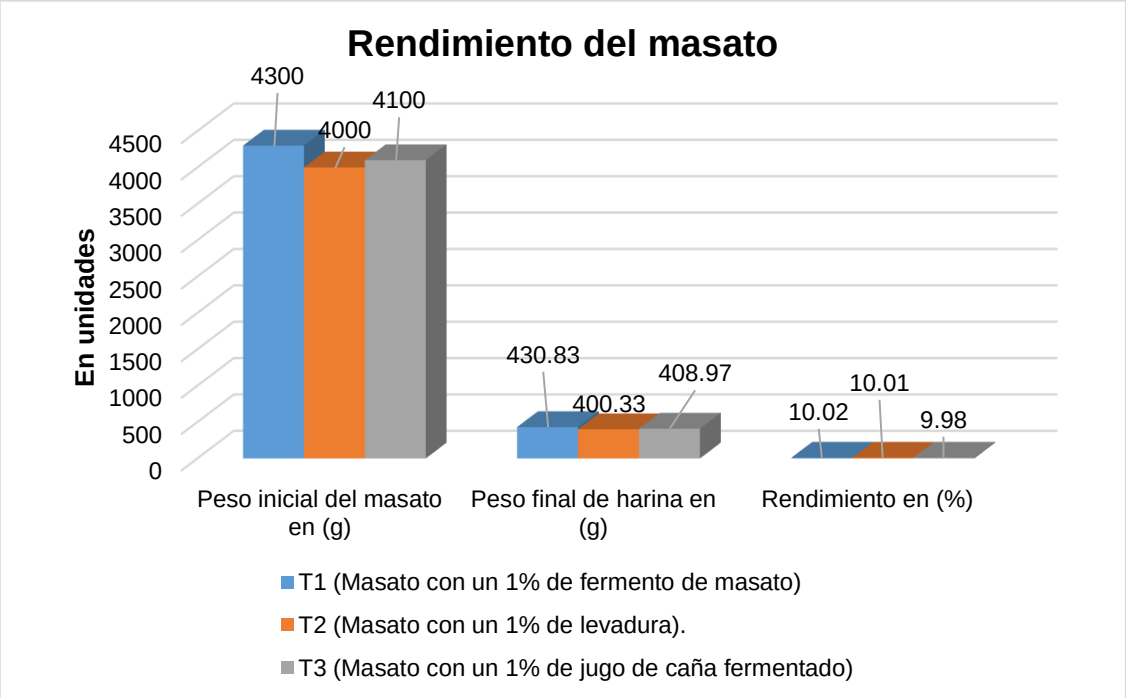


Figura 6. Variación del rendimiento de la harina de yuca elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

EL Rendimiento de la harina de yuca elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento, demostraron que el rendimiento promedio de la harina de masato se encuentra alrededor del 10%, tal como se observa en el cuadro anterior, el **T_1** (Masato con un 1% de fermento de masato), presento el mayor rendimiento con

10.02%, seguido del **T_2** (Masato con un 1% de levadura), quien presento un rendimiento de 10.01%, el **T_3** (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), presento el menor rendimiento con 9.98%, presentando diferencias alarmantemente significativas para la variable rendimiento según la prueba de promedio de Tukey.

4.3.2. Contenido de Humedad de la harina elaborado a partir de masato.

Los datos relacionados al análisis de varianza del contenido de humedad de la harina del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento se observan en la Tabla 17A, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 14.53%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.8179$, esto nos indica que el 81.79% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 18.21% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 8. Contenido de humedad de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

Tratamiento	Humedad en porcentaje (%)	Significancia
T_2 (Masato con un 1% de levadura).	12	a
T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato)	12	a
T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado)	11.47	b

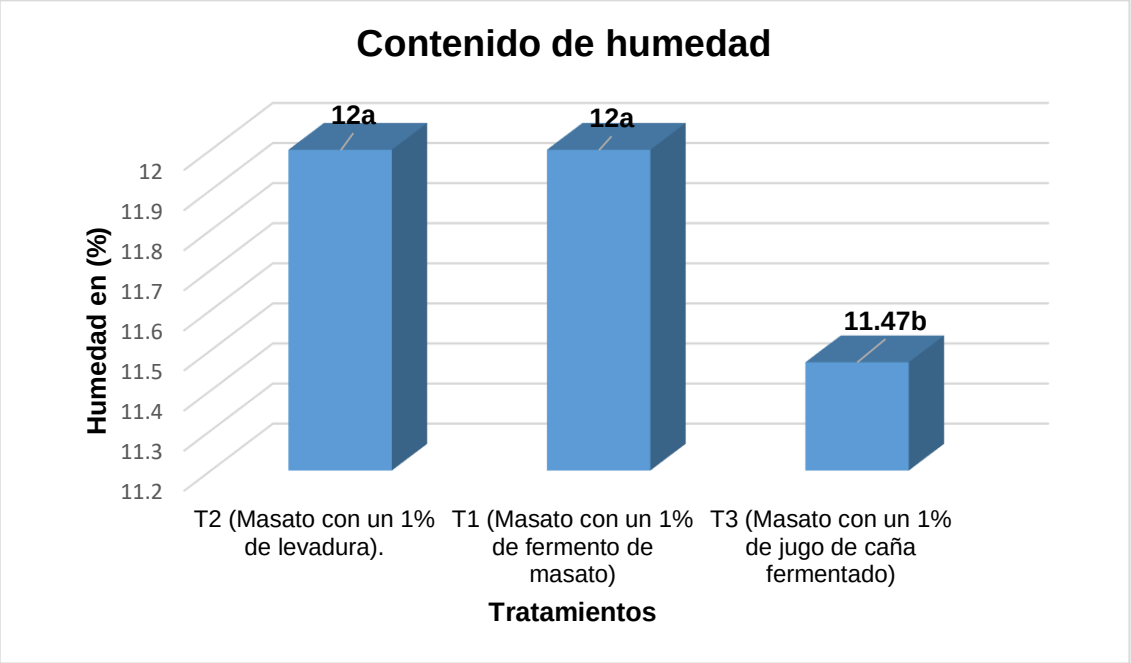


Figura 7. Variación del contenido de humedad de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

En relación al contenido de humedad de la harina de masato del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento, se pudo determinar que el **T_2** (Masato con un 1% de levadura) y el **T_1** (Masato con un 1% de fermento de masato), presentaron un nivel relativamente más alto de humedad de la harina de masato del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento, donde presentaron un nivel de 12%, presentando diferencias significativas con el **T_3** (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), quien presento un nivel de 11.47%, siendo este el tratamiento que presento el menor porcentaje de humedad, según la prueba de promedio de Tukey para esta variable en estudio. Los valores de porcentaje de humedad de los tres tipos de harina de yuca, donde la harina del Mercado Municipal es del 13.677%, seguida de Chawande (13.447%) y Shoprite (11.220%) (Munanga 2020).

4.3.3. Contenido de Humedad de la harina elaborado a partir de masato.

Los datos relacionados al análisis de varianza del contenido de cenizas en porcentaje de la harina del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento se observan en la Tabla 18A, donde se presentó diferencias

significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 1.05%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9886, esto nos indica que el 98.86% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 1.14% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 9. Contenido de cenizas de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

Tratamiento	Ceniza en porcentaje (%)	Significancia
T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato)	2.59	a
T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado)	2.51	b
T_2 (Masato con un 1% de levadura).	2.48	c

Los datos relacionados al contenido de cenizas en porcentaje de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento, señalaron que el **T_1** (Masato con un 1% de fermento de masato), presento el mayor contenido de ceniza con 2.59%, seguido del **T_3** (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), quien presento un porcentaje de 2.51%, siendo el **T_2** (Masato con un 1% de levadura), el tratamiento que presento menor contenido de ceniza con 2.40% según la prueba de promedio de Tukey para esta variable en estudio. Existiendo diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos estudiados.

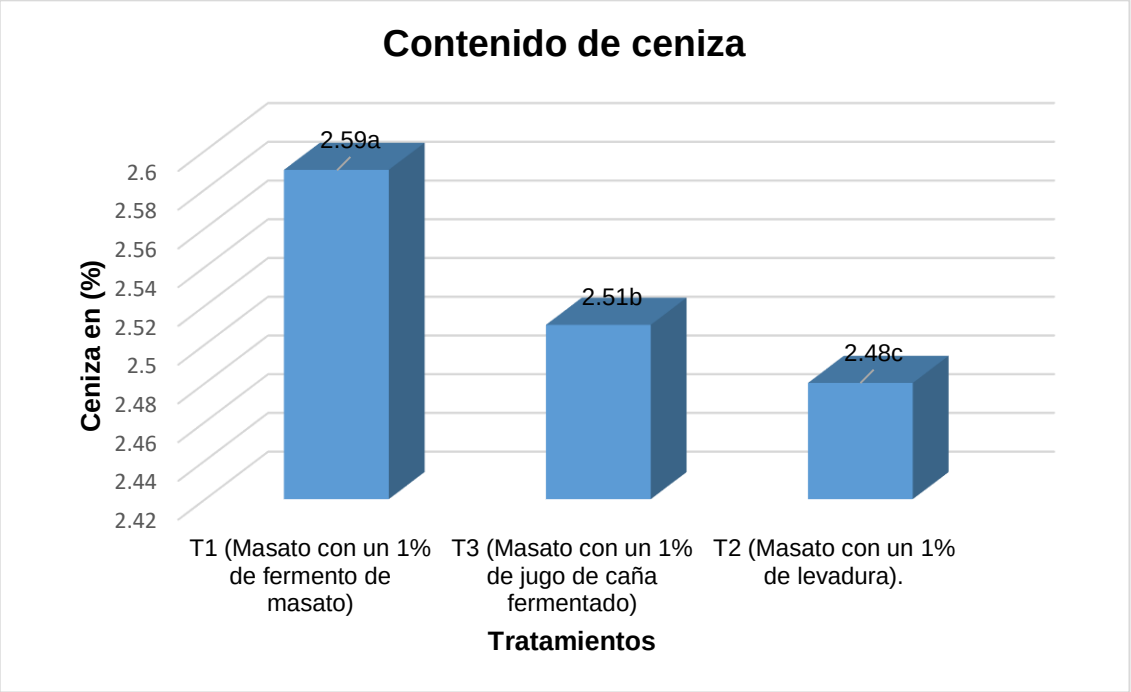


Figura 8. Variación del contenido de humedad de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

4.3.4. Contenido de proteína de la harina elaborado a partir de masato.

Los datos relacionados al análisis de varianza del contenido de proteína en porcentaje de la harina del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento se observan en la Tabla 19A, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 6.80%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.6393, esto nos indica que el 63.93% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 36.07% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

En relación al contenido de proteína de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento, se pudo observar que el T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato) y el T_2 (Masato con un 1% de levadura), presentaron

un porcentaje más alto de proteína según la prueba de promedio de Tukey con un porcentaje de 2.10%, mientras que el T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), presento un porcentaje de proteína de 2.00%, siendo este el nivel más bajo en relación a los demás tratamientos estudiados.

En efecto la condición del proceso de elaboración de harina de yuca, la concentración de enzima y el tiempo de cocción si influyeron significativamente en las características fisicoquímicas de los tratamientos, por lo que aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula, resulto en una interacción positiva a las dimensiones investigadas tales como el contenido de proteínas totales dando como resultado bebidas dulces de yuca (chicha) y fermentadas de agradable, la interacción de las enzimas sobre alimentos dependiendo su funcionalidad actúan de manera óptima sabiendo usar los preparados enzimáticos de la manera correcta (Amagua 2020).

Tabla 10. Contenido de proteína de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

Tratamiento	Proteína en (%)	Significancia
T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato).	2.1	a
T_2 (Masato con un 1% de levadura).	2.1	a
T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado).	2	b

Estos datos nos indican que no existen diferencias significativas ente el **T_1** (Masato con un 1% de fermento de masato) y el **T_2** (Masato con un 1% de levadura), solo existiendo diferencia con el **T_3** (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado).

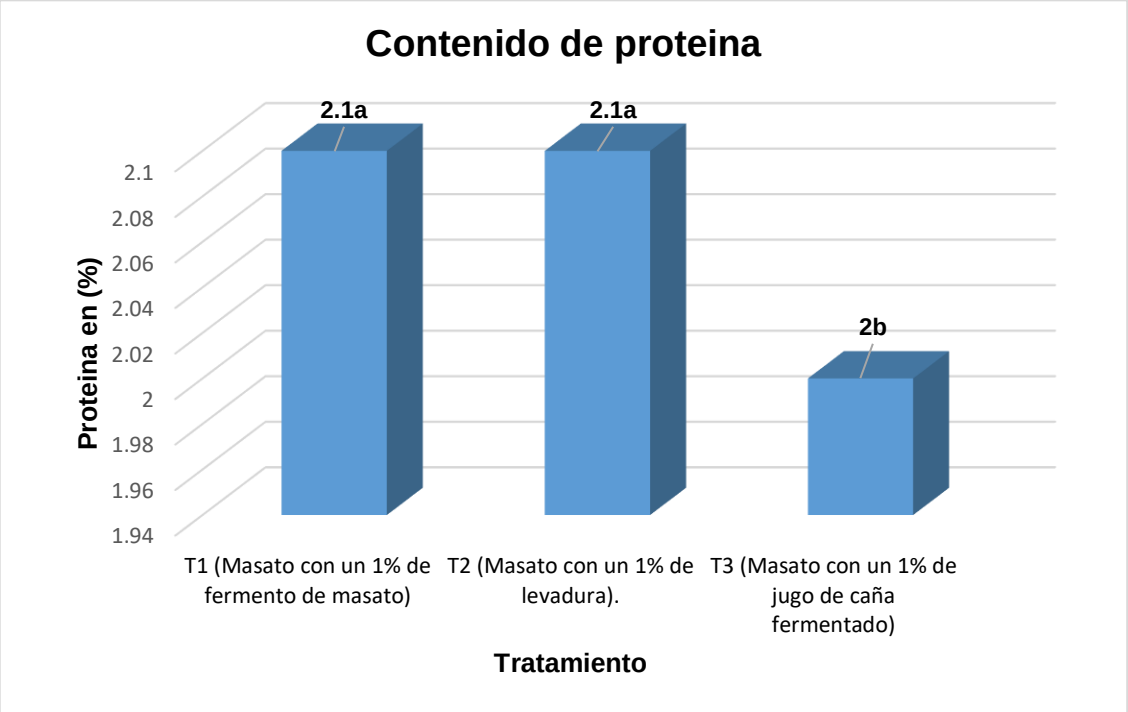


Figura 9. Variación del contenido de proteína en porcentaje de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

4.3.5. Contenido de grasas de la harina elaborado a partir de masato.

Los datos relacionados al análisis de varianza del contenido de proteína en porcentaje de la harina del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento se observan en la Tabla 20A, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.58%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9901, esto nos indica que el 99.01% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 0.99% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Los datos relacionados al contenido de grasas totales en porcentaje demostraron que el contenido de grasa de esta harina es muy bajo ya que el T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado) y el T_2 (Masato con un 1% de levadura), presentaron el nivel más alto con 0.20%, seguido del T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato), quien presento el nivel mas bajo con solo 0.18%, según los resultados del laboratorio. La relación entre los ácidos grasos indica una proporción mayor de ácidos saturados, la que se desaconseja en la dieta para

humanos. Pero en los frutos de yuca la concentración de lípidos totales es baja en comparación con la mayoría de los alimentos. La proteína del mesocarpio de yuca es variada, en cuanto al contenido de proteína es de 2.29%, los lípidos totales son de 1.70% (Barriada-Bernal 2018).

Tabla 11. Contenido de grasa de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

Tratamiento	Grasa en (%)	Significancia
T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado).	0.2	a
T_2 (Masato con un 1% de levadura).	0.2	a
T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato).	0.18	b

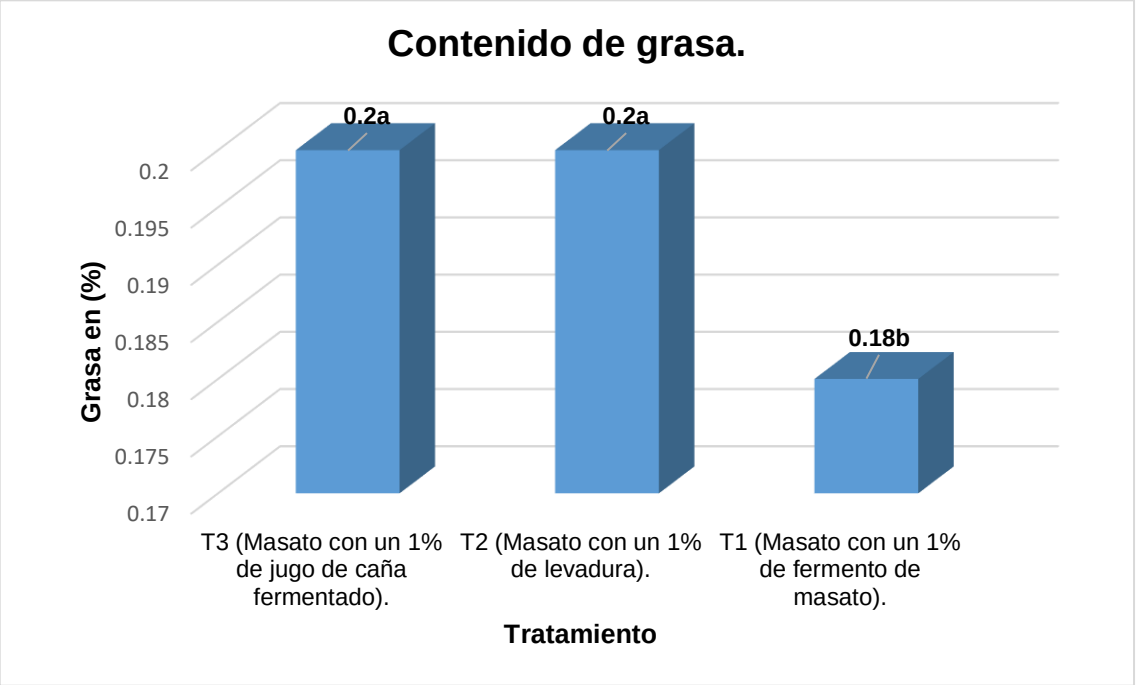


Figura 10. Variación del contenido de grasa en porcentaje de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

4.3.6. Contenido carbohidratos de la harina elaborado a partir de masato.

Los datos relacionados al análisis de varianza del contenido de carbohidratos en porcentaje de la harina del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento se observan en la Tabla 21A, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 2.70%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.8826, esto nos indica que el 88.26% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 11.74% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 12. Contenido de carbohidratos de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

Tratamiento	Carbohidratos en (%)	Significancia
T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado).	97.8	a
T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato).	97.8	a
T_2 (Masato con un 1% de levadura).	97.63	b

En relación al contenido de carbohidratos en porcentaje de la harina del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento, se pudo determinar que el **T_3** (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado) y el **T_1** (Masato con un 1% de fermento de masato), no presentaron diferencias significativas según la prueba promedio de Tukey, donde ambos presentaron un porcentaje de carbohidratos de 97.80%, seguido del **T_2** (Masato con un 1% de levadura), quien presento un porcentaje de 97.63, siendo inferior a los demás tratamientos estudiados. Para las tres variedades de yuca; el promedio del contenido de

carbohidratos en la yuca Valencia fue de 34%, 31% en la variedad Brasileña y 36% en la variedad Papa (Camargo 2020). Estos valores son inferiores a los encontrados en esta investigación. El origen de las diferentes harinas de yuca puede basarse en la diferencia de resultados en los diversos parámetros analizados durante el presente estudio. Sin embargo, podemos observar que el proceso de producción de harina puede estar en la base de preferencias como se muestra en los resultados del Análisis de Componentes Principales (PCA). Este mismo proceso de producción influyó en las características organolépticas de cada harina, así como en las características fisicoquímicas (Munanga 2020). Por otro lado, se concluyó que la caracterización térmica de la yuca, no es comparable al del almidón extraído de la raíz, debido a que existen otros constituyentes que interfieren sobre la cocción del alimento. Dado que, los termogramas reportaron una baja gelatinización de la yuca con respecto al del almidón, mostrando una alta retrogradación tanto en agua como en aceite, y esto se debió a que en el almidón presentó un alto porcentaje de cristalinidad, el cual está relacionado con la alta presencia de amilosa (Guamán 2020).

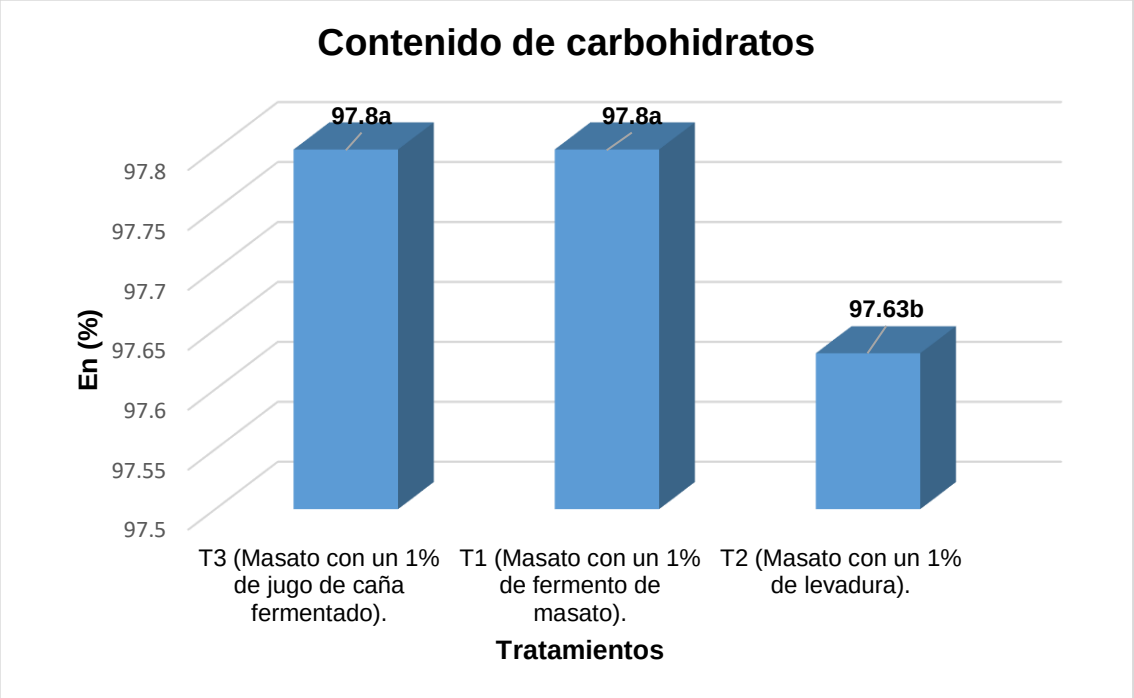


Figura 11. Variación del contenido de carbohidratos en porcentaje de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

4.4. ANALISIS SENSORIAL DEL PAN ELABORADO A PARTIR DE LA HARINA DE MASATO.

4.4.1. Análisis sensorial del color del pan elaborado a partir de la harina de masato.

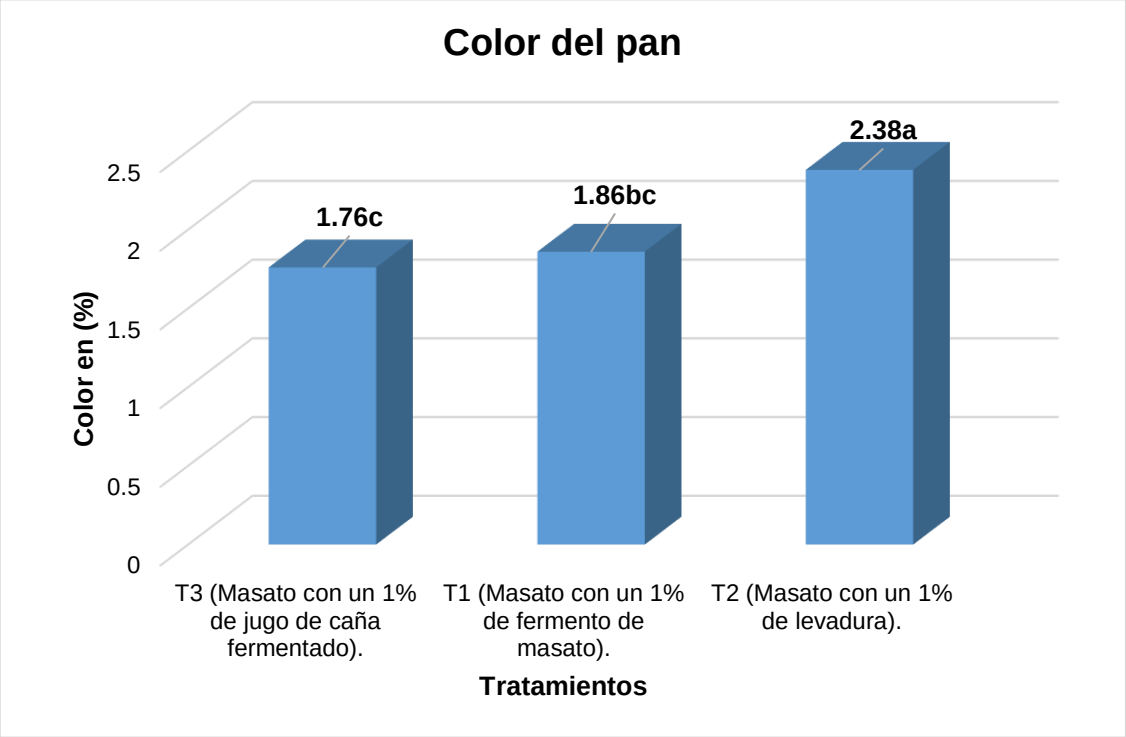


Figura 12. Prueba de promedio para la evaluación sensorial de color del pan.

Los datos relacionados al análisis sensorial del color del pan elaborado a partir de la harina de masato, demostraron que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos con una P <0.0074, según la prueba de promedio de Friedman, donde el **T_3** (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), presento el menor promedio con 1.76, seguido del **T_1** (Masato con un 1% de fermento de masato), con 1.86 y finalmente el **T_2** (Masato con un 1% de levadura), presento el mayor promedio con 2.38 en relación al color del pan elaborado a partir de la harina de masato. Los resultados obtenidos, para todas las pruebas realizadas, sugieren la factibilidad de la sustitución total de la harina de trigo, por harina de yuca, en este producto, por lo que se demuestra que es posible diversificar tecnológicamente el uso de la harina de yuca. Aunque se obtuvieron resultados positivos, para futuros estudios

recomendamos la variación en la sustitución de harina de trigo por harina de yuca y otros tipos de harina en diferentes porcentajes, que ayuden a mejorar las cualidades texturales del producto (Carrera 2019).

4.4.2. Análisis sensorial del olor del pan elaborado a partir de la harina de masato.

Los datos relacionados al análisis sensorial del olor del pan elaborado a partir de la harina de masato, demostraron que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos con una P <0.0034, según la prueba de promedio de Friedman, donde el **T_3** (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), presento el menor promedio con 1.40, seguido del **T_1** (Masato con un 1% de fermento de masato), con 1.60 y finalmente el **T_2** (Masato con un 1% de levadura), presento el mayor promedio con 2.00 en relación al olor del pan elaborado a partir de la harina de masato.

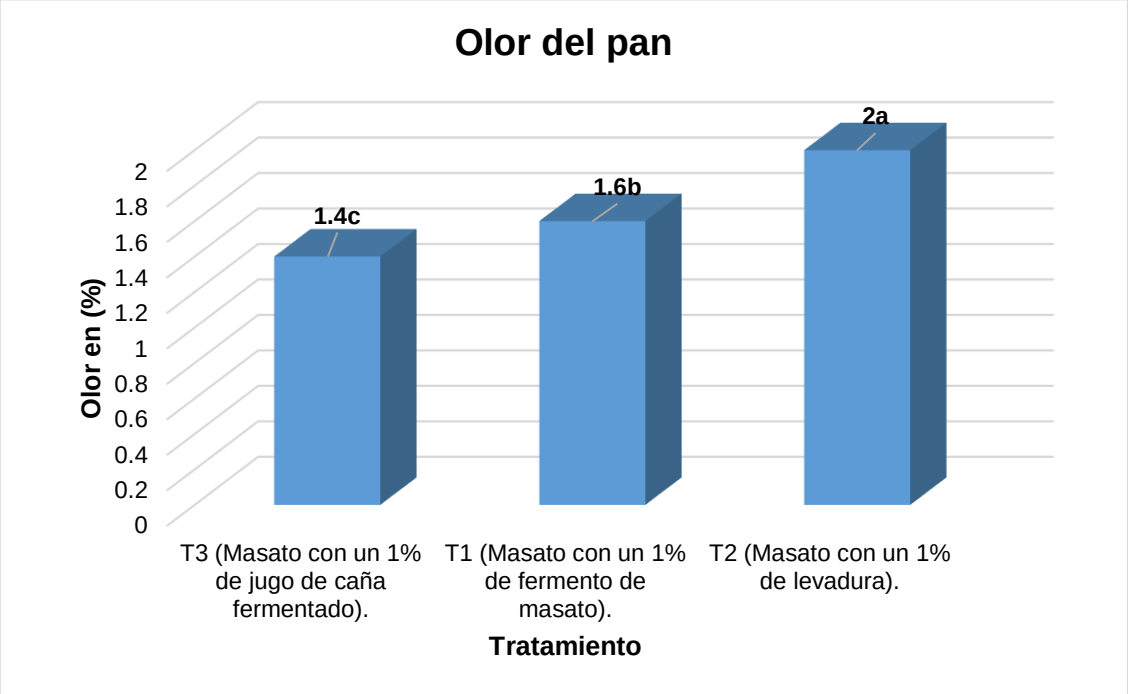


Figura 13. Prueba de promedio para la evaluación sensorial de olor del pan.

4.4.3. Análisis sensorial del sabor del pan elaborado a partir de la harina de masato.

En relación a los datos del análisis sensorial del sabor del pan elaborado a partir de la harina de masato, demostraron que existe diferencias significativas entre los tratamientos con una P <0.0034, según la prueba de promedio de Friedman, donde el **T_1** (Masato con un 1% de fermento de masato), presento el menor promedio con 1.64, seguido **T_2** (Masato con un 1% de levadura), quien presentó un promedio de 2.10, siendo este inferior al **T_3** (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), quien presento el promedio más alto con 3.29, siendo este superior a todos los tratamientos en relación a esta variable. El olor y el sabor obtuvieron las mejores calificaciones en ambas muestras. Con una diferencia de 18.94% en el olor para la muestra de yuca y 14.74% en el sabor para la muestra trigo, debido a que la muestra de yuca al final presentaba un sabor levemente amargo, atribuido a los carbohidratos que es el componente mayoritario en esta harina (Carrera 2019).

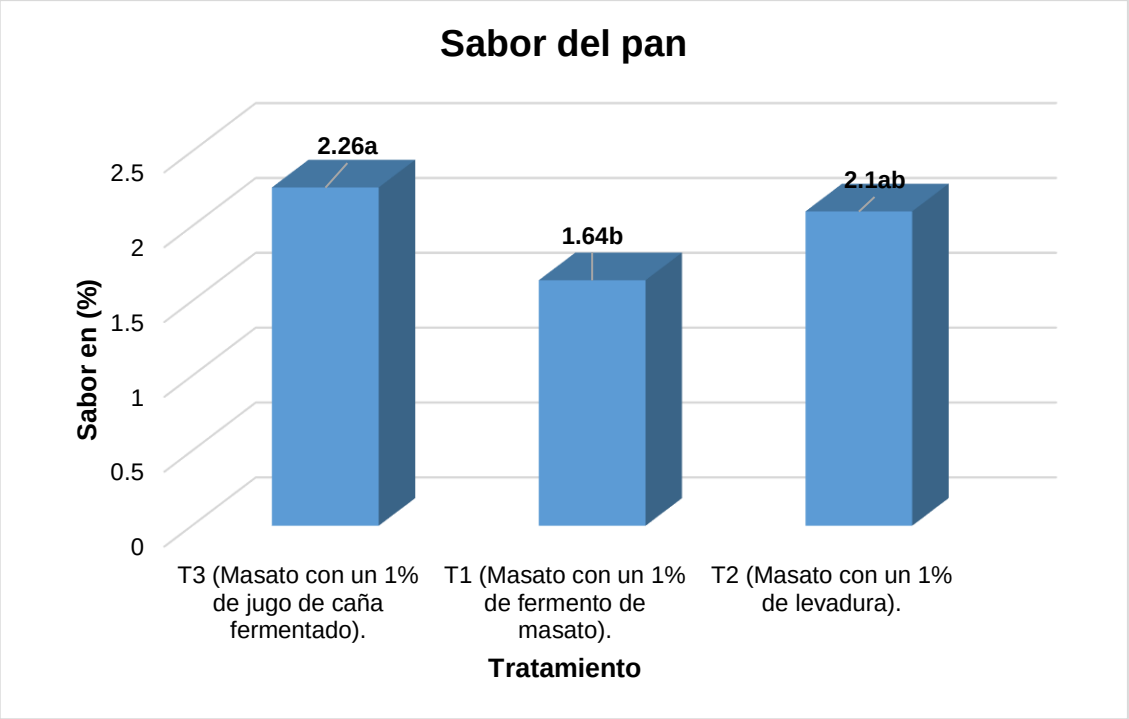


Figura 14. Prueba de promedio para la evaluación sensorial del sabor del pan.

4.4.4. Análisis sensorial de la textura del pan elaborado a partir de la harina de masato.

En relación a los datos del análisis sensorial del sabor del pan elaborado a

partir de la harina de masato, demostraron que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos con una P <0.0034, según la prueba de promedio de Friedman, donde el **T_3** (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), presento el menor promedio con 1.62, seguido del **T_1** (Masato con un 1% de fermento de masato), quien presentó un promedio de 1.98, siendo este inferior al **T_2** (Masato con un 1% de levadura), quien presento el promedio más alto con 2.40, siendo este superior a todos los tratamientos en relación a la textura. A pesar de las diferencias encontradas en algunos de los parámetros de la textura entre las panquecas con harina de yuca comparadas con las de harina de trigo, estas no influyeron en la aceptación por el panel no entrenado que las degustó (Carrera 2019).

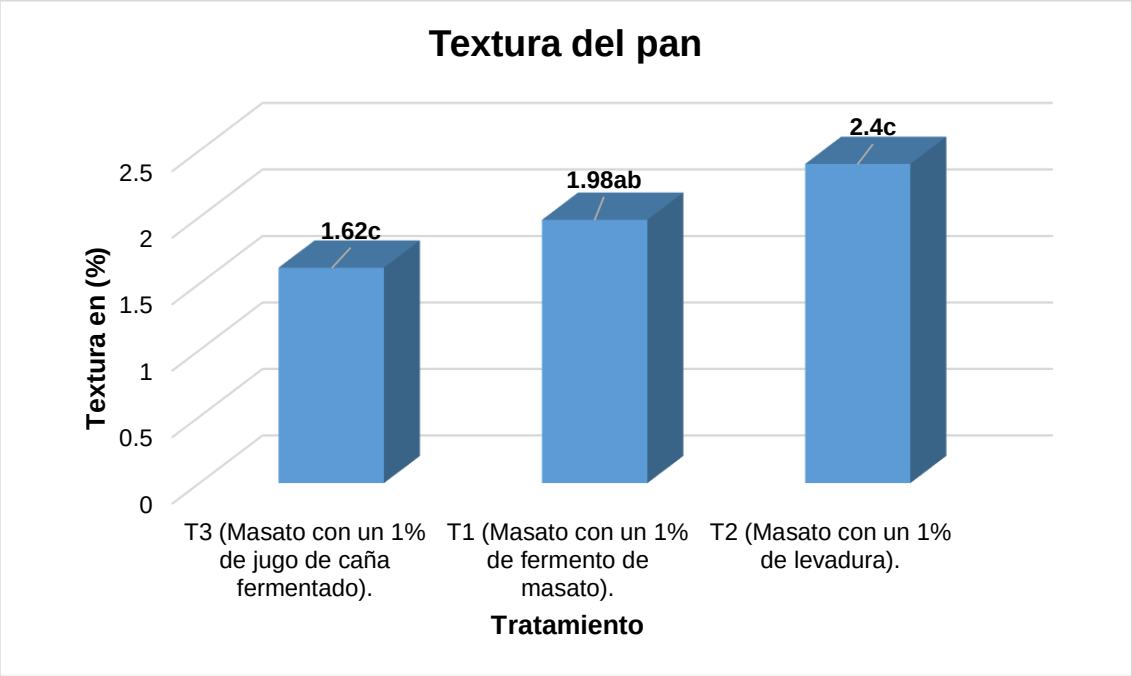


Figura 15. Prueba de promedio para la evaluación sensorial de la textura del pan de masato.

V. CONCLUSIONES

1. Se pudo establecer el efecto de tres fuentes de fermentos en la elaboración de la harina de masato a partir de la yuca en la región de Ucayali, tales como peso, humedad y temperatura, también se estableció todas las características biométricas de las raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), utilizadas en el presente trabajo de investigación.

2. Se determino que existió una variación de la temperatura, humedad y el peso durante el proceso de fermentación del masato con tres diferentes fuentes de fermento, donde el T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato), presento la menor temperatura, mientras el T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), presento el menor contenido de humedad en porcentaje y el T_2 (Masato con un 1% de levadura), presento la menor pérdida de peso.

3. En relación a las características fisicoquímicas de la harina de masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento, se determinó que el T_2 (Masato con un 1% de levadura), presento el mayor contenido de humedad, gasas totales y proteínas, mientras que el T_3 (Masato con un 1% de jugo de caña fermentado), presento el mayor contenido de carbohidratos y cenizas, mientras que el T_1 (Masato con un 1% de fermento de masato), obtuvo el mayor rendimiento de harina de masato con un 10.02%.

4. Los datos relacionados al análisis sensorial del pan elaborado a partir de la harina de masato, demostró que el T_2 (Masato con un 1% de levadura), supero a todos los tratamientos en cuanto al color, olor y textura, mientras el T_3 (Masato

con un 1% de jugo de caña fermentado), solo fue ligeramente superior en cuanto a la variable sabor.

VI. RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda el uso del tratamiento **T_2** (Masato con un 1% de levadura), para la elaboración de pan a partir de harina de masato, pues este tratamiento presento características sensoriales superiores a los demás tratamientos.

2. Realizar aislamientos de levaduras nativas provenientes de fuentes de fermento del masato ya que es una excelente fuente de probióticos para la agroindustria de la región de Ucayali.

3. Se recomienda usar la variedad de yuca señorita para la elaboración de harina a partir de masato, ya que se a demostrado que presenta características fisicoquímicas estable para la elaboración de diversos subproductos tales como el pan, harina, entre otros.

4. Se recomienda una sustitución básica del 5% de harina de trigo por harina de masato ya que este presenta características ideales en la elaboración de pan tal como se observó en las pruebas sensoriales.

VII. LITERATURA CONSULTADA.

Aguilar, P. 1991. Plagas de las plantas tuberosas tropicales. In Manual de manejo integrado. Santiago, Chile. FAO. 104 p.

Aguilar. B. Edgar. 2017. Manual del cultivo de yuca Manihot esculenta Crantz. San Jose Costa Rica: INTA.

Albornoz Jiménez, C. F. 1998. Utilización de una alfa-amilasa bacterial y levadura de panificación en la elaboración del “Masato.

Amagua González, G. S., & Chancusig Casa, A. P. 2020. Estudio del comportamiento de un preparado enzimático (α-amilasa, β-amilasa y amiloglucosidasa) sobre masato semi-sólido de yuca (manihot esculenta crantz) para la obtención de una bebida (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).).

Aristizábal, J., Sánchez, T., & Mejía Lorío, D. 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca." Boletín de Servicios Agrícolas 163".

Armando, A. 2009. Caracterización fisiológica y enzimática de Saccharomyces cerevisiae aisladas de masato, bebida fermentada tradicional de Perú. Universitat de Valencia, España.

Barriada-Bernal, L. G., Aquino-González, L., Méndez-Lagunas, L. L., Rodríguez-Ramírez, J., & Sandoval-Torres, S. 2018. Caracterización física y nutricional de frutos de yuca (Yucca mixtecana). Agrociencia, 52(3), 347-359.

Bonierbale, M. 1997. Cassava. In Fuccillo, D; Sears, L; Stapleton, P (eds.). Biodiversity in trust: conservation and use of plant genetic resources in

CGIAR centres. Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press. p. 1-20.

Bradbury, J. H., & Denton, I. C. 2014. Mild method for removal of cyanogens from cassava leaves with retention of vitamins and protein. Food chemistry, 158, 417-420.

Brito Castillo, I. 2017. Tecnología del manejo poscosecha de la yuca (Manihot esculenta Crantz) para el mercado fresco (Doctoral dissertation, Universidad Central" Marta Abreu de Las Villas". Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ingeniería Agrícola.).

Caichihua Castillón, M. D. L. Á., Rojas Checllo, J., Crisóstomo Cullanco, L., Enrique Leiva Torres, L., & Quispe CCorimany, R. 2018. Evaluación comparativa del comportamiento morfológico y productividad del cultivo de Yuca en Centro Poblado Chilcal-San Vicente de Cañete, 2018.

Camargo, E. B., & Fuentes, R. M. 2020. Análisis bromatológico de tres variedades de yuca (MANIHOT esculenta CRANTZ) cultivadas en la Provincia De Chiriquí. Revista Plus Economía, 8(1), 37-46.

Carrera, Y., Franco, E., & Quintero, R. 2019. Desarrollo y caracterización de panquecas a base de harina de trigo (Triticum) y harina de yuca (Manihot esculenta). Revista de I+ D Tecnológico, 15(1), 24-29.

Clement, CR, Rodrigues, DP, Alves-Pereira, A., Mühlen, GS, Cristo-Araújo, MD, Moreira, PA, ... y Reis, VM 2016. Domesticación de cultivos en la cuenca alta del río Madeira. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas , 11 (1), 193-205.

CORPEI. 2009. Perfiles de producto. Perfil de yuca . Quito - Ecuador: CICO

Cuvi, L. 2020. “Aplicación de la hoja del cogollo de la yuca (“Manihot esculenta”) en la elaboración de un embutido de pasta gruesa”. Guayaquil 2020.

Daza, G. 2006. Contexto socio cultural del consumo del masato y la Agrodiversidad en el distrito de padre Felipe luyendo Naranjillo. Universidad nacional agraria de la selva escuela de posgrado maestría en agroecología-mención: biodiversidad y-agricultura campesina andina amazónica. Tingo María – Huánuco.

Delgado Gutiérrez, Z. M. 2020. APLICACIÓN DE NORMAS DE CALIDAD EN EL PROCESAMIENTO PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE LA MASA DE YUCA ELABORADA POR LA MICROEMPRESA “MASAQUI” SITIO ESTANCIA VIEJA DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO (Bachelor's thesis, Jipijapa. UNESUM).

Díaz Simbaña, P. A., & Heredia Noroña Gabriela Elizabeth, G. E. 2020. Estudio de los diferentes procesos de elaboración, estabilidad y almacenamiento de tres tipos de Bebidas fermentadas de Yuca (manihot esculenta crantz), con Kéfir y Levadura (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi UTC.).

Elias, M., Mühlen, GS, McKey, D., Roa, AC y Tohme, J. 2004. Diversidad genética de variedades locales tradicionales sudamericanas de yuca (Manihot esculenta Crantz): un análisis utilizando microsatélites. Botánica económica , 58 (2), 242-256.

Fadul, T. S., Sincelejo, Y. C., Polo, M. L., Mendoza, J. S., & Ruydiaz, J. H. 2018. VARIACION DEL METODO DE SECADO EN LA FERMENTACION ESPONTANEA DE ALMIDON NATIVO DE YUCA. @ limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria, 15(1), 50-65.

Fretes, F., & Mendoza, C. 2010. Mandioca una opción industrial. *Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)*.

Guamán, I., & Fernanda, K. 2020. Determinación del perfil lipídico de la yuca en sus diferentes cortes y su caracterización térmica (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).

Jiménez Ramos, E., & Martínez De La Cruz, S. 2016. Obtención y caracterización física y quimica del almidón de yuca (Manihot esculentum) variedad guayape.

Kobawila, S. C., Louembe, D., Keleke, S., Hounhouigan, J., & Gamba, C. 2005. Reduction of the cyanide content during fermentation of cassava roots and leaves to produce bikedi and ntoba mbodi, two food products from Congo. African Journal of Biotechnology, 4(7), 689-696.

Lebot V. 2009. Tropical root and tuber crops: Cassava, sweet potato, yams and aroids. Oxford: CAB International; 2009. 440 p.

Lebot, V. 2009. Tropical root and tuber crops: "cassava", sweet potato, yams and aroids. En: Crop Production Science in Hor ticulture Vol 17. CABI. Oxford. 433p.

León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales (No. 84). Bib. Orton IICA/CATIE.

López Marín, R. 2011. Efecto de la fermentación y el secado sobre la obtención de almidón agrio a partir de dos variedades de yuca (Manihot esculenta).

Marcon, M. J. A. 2004. Efeito do processo fermentativo pelo método tradicional e com adição de glicose, sobre a qualidade do polvilho azedo.

Marcon, M. J. A., Kurtz, D. J., Raguzzoni, J. C., Delgadillo, I., Maraschin, M., Soldi, V., ... & Amante, E. R. 2009. Expansion properties of sour cassava

starch (polvilho azedo): variables related to its practical application in bakery. Starch-Stärke, 61(12), 716-726.

Marcon, M. J. A., Vieira, G. C. N., Simas, K. N. D., Santos, K., Vieira, M. A., Amboni, R. D. D. M. C., & Amante, E. R. 2007. Effect of the improved fermentation on physicochemical properties and sensorial acceptability of sour cassava starch. Brazilian Archives of Biology and technology, 50(6), 1073-1081.

Martín Brañas, M., Nùñez Pérez, C. D. C., Zárate Gómez, R., Silverstein, S., & Del Aguila Villacorta, M. 2019. Conocimientos tradicionales vinculados a la" yuca" Manihot esculenta (Euphorbiaceae) en tres comunidades ticuna del Perú. Arnaldoa, 26(1), 339-348.

McKey, D., Elias, M., Pujol, B., & Duputié, A. 2010. The evolutionary ecology of clonally propagated domesticated plants. New Phytologist, 186(2), 318-332.

Mena Alvarez, M. Y., & Santamaria Flores, J. A. 2019. Evaluación de la Fermentación de Yuca (*Manihot esculenta*) sometida a tres procesos con Kéfir y Levadura para la Obtención de Bebidas Fermentadas (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).

MINAGRI, 2013. Variedad señorita registro sanitario E8400412N. 8 -10 p.

Munanga, B. D. J. C., Sepalanga, A. A. C., Sawambo, O. V. R., & Quissindo, I. A. B. 2020. Caracterización fisicoquímica de la harina de yuca en el municipio de Malanje (Angola). Ojeando la Agenda, (64), 6.

Muñoz-Velázquez, E. E., Rivas-Díaz, K., Loarca-Piña, M., Flavia, G., Mendoza-Díaz, S., Reynoso-Camacho, R., & Ramos-Gómez, M. 2012. Comparison of phenolic content, antioxidant capacity and anti-inflamatory activity of

commercial herbal infusions. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *3*(3), 481-495.

Ospina, B; Ceballos, H. 2002. La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali, Colombia, CIAT, CLAYUCA. 585 p.

Pérez, D., Mora, R., & López-Carrascal, C. 2019. Conservación de la diversidad de yuca en los sistemas tradicionales de cultivo de la Amazonía. Acta Biológica Colombiana, 24(2), 202-212.

Pérez, E. H., & Nader, L. M. R. 2016. Evaluación de dos métodos de secado sobre la composición nutricional del heno de follaje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.). Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales, 3, 83-90.

Ramirez Ascheri, D. P., & Rivero Vilela, E. 1995. Alteracoes do polvilho de mandioca pela fermentacao, no fabrico de biscoito. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 30(2), 269-279.

Rodríguez CA. 2010. Monitoreos comunitarios para el manejo de los recursos naturales en la Amazonia colombiana, Volumen 2: sistemas agricolas, chagras y seguridad alimentaria. Bogotá: Proyecto Putumayo Tres Fronteras del Programa Trinacional, Tropenbos Internacional Colombia; 2010.

Rodríguez, A. J., Ulloa, R., Villalobos, J., & Albán, R. 2019. Diseño, construcción y optimización-mediante superficie de respuesta-de un proceso tecnológico artesanal para la extracción de almidón de Manihot esculenta grado FAO. Boletín Técnico, Serie Zoológica, 13(12-13).

Sanchez Champi, A. 2019. Determinación del tiempo óptimo de fermentación para la obtención de almidón agrio a partir de yuca (*Manihot esculenta*, Crantz) variedad señorita en la región Ucayali.

Sedano, J. 2006. “Selección de cepas nativas de Lactobacillus con actividad inhibitoria y tolerantes al etanol del masato”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.

Segreda Rodríguez, A., Saborío Argüello, D., Aguilar Brenes, E., Morales González, J., Chacón Lizano, M., Rodríguez Rojas, L., ... & Gómez Bonilla, Y. 2016. Cultivo de yucaManihot esculenta crantz (No. IICA F01). Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria IICA, San José (Costa Rica) Unión Europea, Madrid (España).

Suárez, L; Mederos, V. 2011. Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz): tendencias actuales. Cultivos Tropicales 32(3):27-35.

Vargas, P. 2010. “Obtención de almidón fermentado a partir de yuca (*Manihot esculenta* crantz) variedad valencia, factibilidad de uso en productos de panadería”. Escuela de Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica.. Vol. 23, N.° 3, Julio-Setiembre 2010, pp. 15-23.

FAO (2013). Food and agriculture organization of the united nations. 2013. Atualizado em 16/01/2013. Consultada em 18/04/2022. Fonte Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Suárez, L., & Mederos, V. (2011). Apuntes sobre el cultivo de la yuca (Manihot esculenta Crantz). Tendencias actuales. Cultivos tropicales, 32(3), 27-35.

Carrión, M. 2016. Características de ser una planta Cassava. 22 – 36 p.

Huntington, T. G. (2006). Evidence for intensification of the global water cycle: Review and synthesis. Journal of Hydrology, 319(1-4), 83-95.

Curicama (2018), Proceso de industrialización de la Yuca. Manual de prácticas.

FAO (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. https://www.fao.org/3/a1028s/a1028s.pdf.

Wheatley, C. C. (1991). Calidad de las raíces de yuca y factores que intervienen en ella.

Maria, M., Gisele, N., Krina, D. s., Santos, K., Manoela, A., Renata, C., y otros. (2007). Effect of the improved fermentation on physicochemical properties and sensorial acceptability of sour cassava starch. Brazilian Archives of Biology and technology, 50, 1073-1081.

Marcon, M. A. (2004). Efeito do processo fermentativo pelo método tradicional e com adição de glicose, sobre a qualidade do polvilho azedo. Dissertação Magister Scientiae.Universidade Federal de Santa Catarina., 149.

VIII. ANEXO.

Tabla 13A. Análisis de la temperatura del masato durante el proceso de fermentación.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	0.11556	0.057778	7.43	0.024
Error	6	0.04667	0.007778		
Total	8	0.16222			

R^2 = 71.23; C.V. = 0.088

Tabla 14A. Análisis de la humedad del masato durante el proceso de fermentación.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	0.002600	0.001300	39.00	0.000
Error	6	0.000200	0.000033		
Total	8	0.002800			

R^2 = 92.86; C.V. = 0.0057

Tabla 15A. Análisis de la variación del peso del masato durante el proceso de fermentación.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	0.18620	0.093100	27.65	0.001
Error	6	0.02020	0.003367		
Total	8	0.20640			

R^2 = 90.21; C.V. = 0.0580

Tabla 16A. Análisis del Rendimiento de la harina elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	0.003209	0.001605	169.06	0.000
Error	6	0.000057	0.000009		
Total	8	0.003266			

R^2 = 96.08; C.V. = 0.031

Tabla 17A. Análisis del contenido de humedad de la harina de masato del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	0.5689	0.28444	13.47	0.006
Error	6	0.1267	0.02111		
Total	8	0.6956			

R^2 = 81.79; C.V. = 0.1453

Tabla 18A. Análisis del contenido de cenizas de la harina de masato del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	0.058022	0.029011	261.10	0.000
Error	6	0.000667	0.000111		
Total	8	0.058689			

R^2 = 98.86; C.V. = 0.0105

Tabla 19A. Análisis del contenido de proteína de la harina de masato del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	0.04869	0.024344	5.32	0.047
Error	6	0.02747	0.004578		
Total	8	0.07616			

R^2 = 63.93; C.V. = 0.068

Tabla 20A. Análisis del contenido de grasa de la harina de masato del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	0.020000	0.010000	300.00	0.000
Error	6	0.000200	0.000033		
Total	8	0.020200			

R^2 = 99.01; C.V. = 0.0058

Tabla 21A. Análisis del contenido de carbohidratos de la harina de masato del masato elaborado a partir de diferentes fuentes de fermento.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	0.032089	0.016044	22.56	0.002
Error	6	0.004267	0.000711		
Total	8	0.036356			

R^2 = 88.26; C.V. = 0.027

Tabla 22A. Prueba de promedio no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de color del pan.

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	T^2	p
1.86	2.38	1.76	5.44	<0.0074

Tabla 23A. Evaluación múltiple de la prueba no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial del color del pan.

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	Significancia
T2	59.5	2.38	25	a
T1	46.5	1.86	25	b
T3	44	1.76	25	c

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

Tabla 24A. Prueba de promedio no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de olor del pan.

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	T^2	p
1.60	2.00	1.40	6.40	<0.0034

Tabla 25A. Evaluación múltiple de la prueba no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de olor del pan.

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	Significancia
T1	40.00	1.60	25	a
T2	50.00	2.00	25	ab
T3	60.00	2.40	25	b

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

Tabla 26A. Prueba de promedio no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de sabor del pan.

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	T^2	p
1.64	2.10	2.26	3.29	<0.045

Tabla 27A. Evaluación múltiple de la prueba no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de sabor del pan.

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	Significancia
T3	56.50	2.26	25	a
T2	52.50	2.10	25	ab
T1	41.00	1.64	25	b

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

Tabla 28A. Prueba de promedio no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de la textura del pan.

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	T^2	p
1.98	2.40	1.62	7.35	<0.0016

Tabla 29A. Evaluación múltiple de la prueba no paramétrica de Friedman para la evaluación sensorial de la textura del pan.

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	Significancia
T2	60.00	2.40	25	a
T1	49.50	1.98	25	ab
T3	40.50	1.62	25	c

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



Figura 16A. Determinación del contenido de pulpa, casca e impurezas antes del proceso de elaboración del masato.



Figura 17A. Determinación del peso del masato antes y durante el proceso de fermentación.



Figura 18A. Determinación de la temperatura en el masato durante la etapa de fermentación.



Figura 19A. Determinación del contenido de humedad final en el masato al final de la etapa de fermentación.



Figura 20A. Uso de harina de masato para la elaboración de pan.



Figura 21A. Mezcla de harina de masato y trigo para la elaboración de pan.



Figura 22A. Insumos listos para la homogenización en la elaboración de pan de harina de masato.



Figura 23A. Aplicación de agua a los insumos para la elaboración de pan de harina de masato.



Figura 24A. Preparación de masa para la elaboración de pan de harina de masato.



Figura 25A. Masa lista para el acondicionamiento en la elaboración de pan de harina de masato.



Figura 26A. Acondicionamiento de la masa para la elaboración pan de harina de masato.



Figura 27A. Reposo de la masa moldeada previa al horneo para la elaboración pan de harina de masato.



Figura 28A. Horneado de masa moldeada para la elaboración pan de harina de masato.



Figura 29A. Resultado final del pan elaboración pan de harina de masato listo para las pruebas sensoriales.



Figura 30A. Aplicación de cuestionario para prueba sensorial del pan de harina de masato.



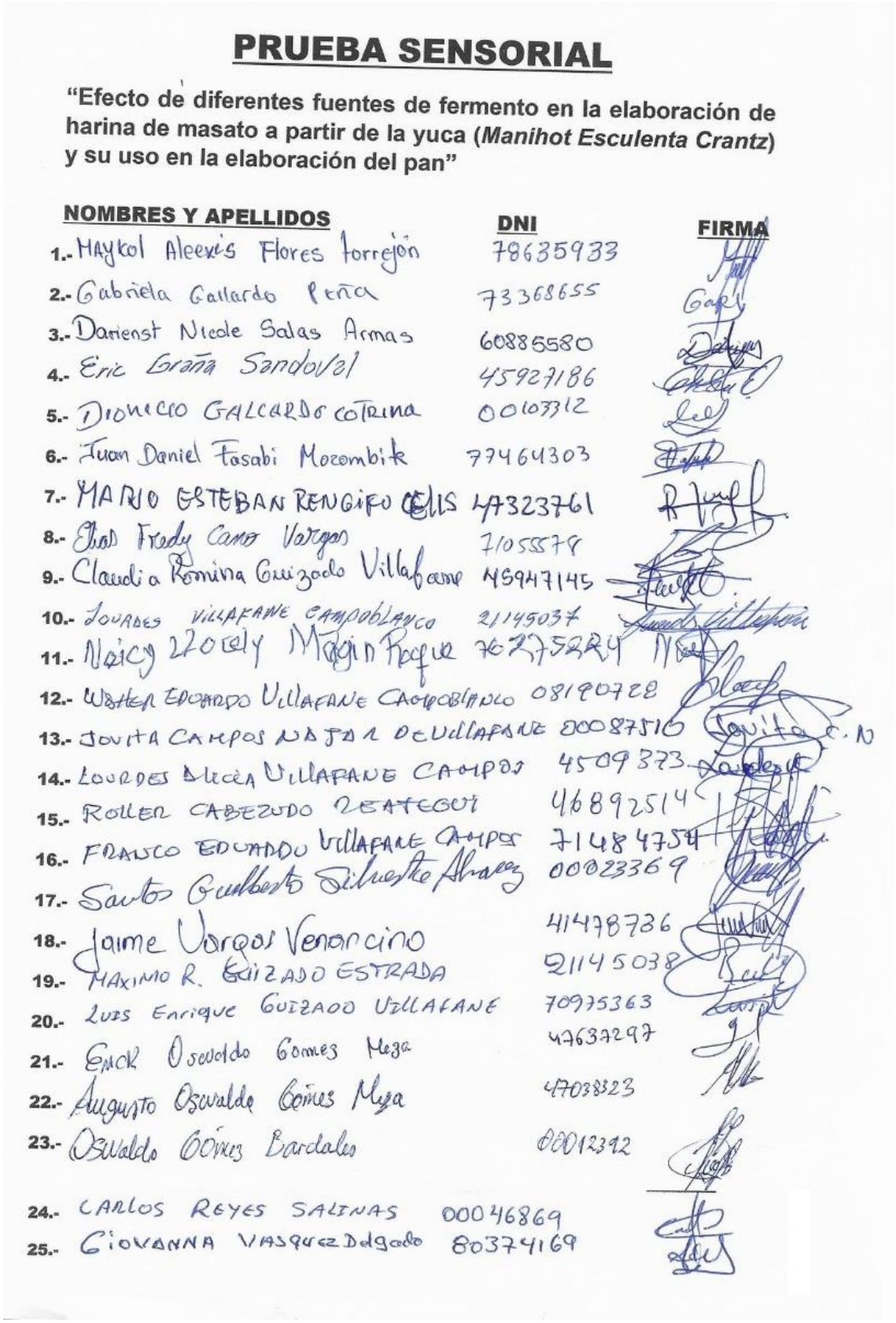
Figura 31A. Aplicación de cuestionario del pan elaborado con harina de masato a panelista.



Figura 32A. Aplicación de cuestionario del pan elaborado con harina de masato a panelista número 3.



Figura 33A. Aplicación de cuestionario del pan elaborado con harina de masato a panelista número 4.

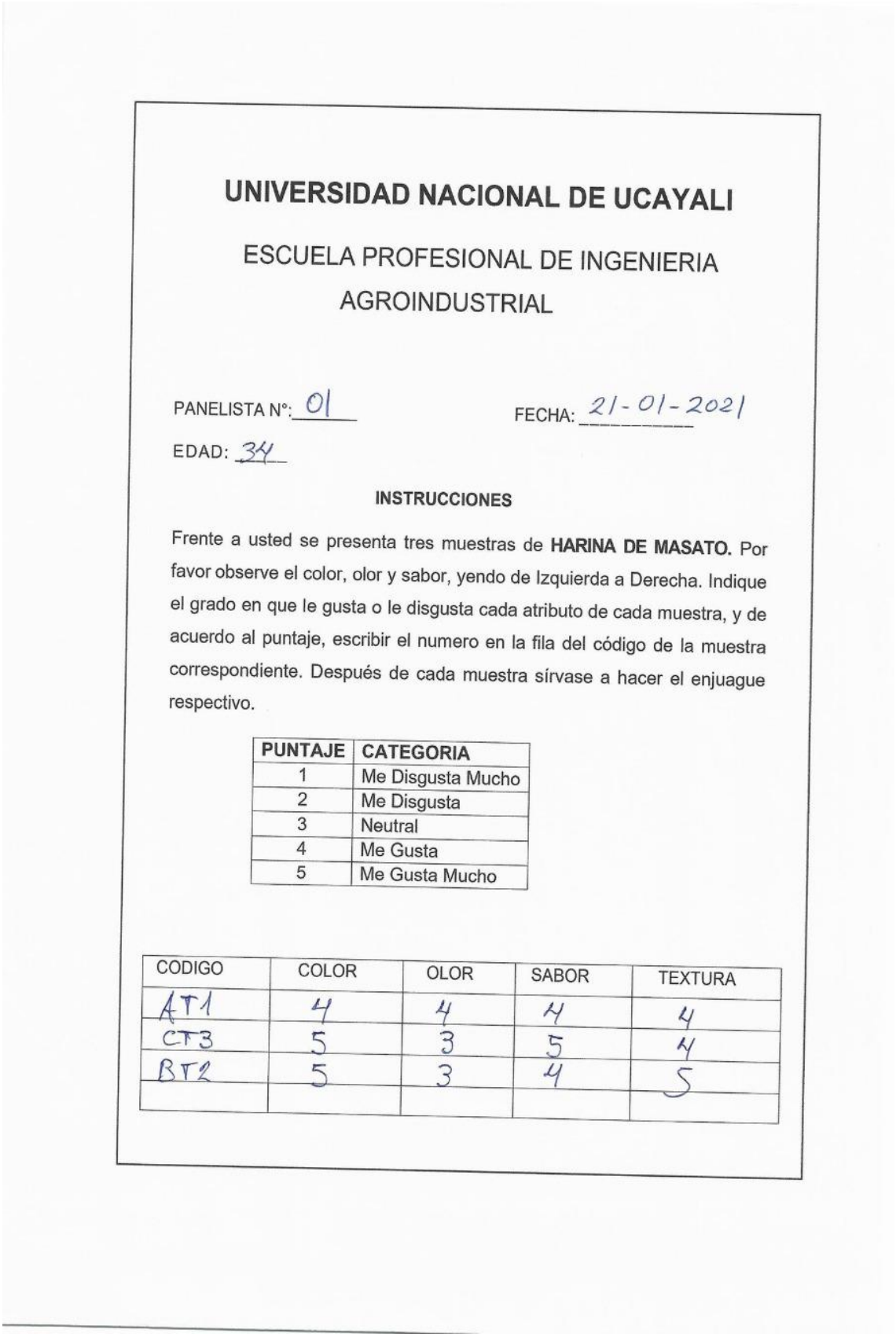


PRUEBA SENSORIAL

"Efecto de diferentes fuentes de fermento en la elaboración de harina de masato a partir de la yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) y su uso en la elaboración del pan"

	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA
1.-	Maykol Aleexis Flores Torrejón	78635933	
2.-	Gabriela Gallardo Peña	73368655	
3.-	Darienst Nicole Salas Armas	60885580	
4.-	Eric Graña Sandoval	45927186	
5.-	Dionicio GALCARDO COTRINA	00103312	
6.-	Juan Daniel Fasabi Mocombite	77464303	
7.-	MARIO ESTEBAN RENGIFO CELIS	47323761	
8.-	Jhon Fredy Cano Vargas	71055578	
9.-	Claudia Romina Guizado Villafane	45947145	
10.-	Lourdes Villafane Campoblanco	21145037	
11.-	Nancy Zorely Magin Roque	76275224	
12.-	Walter Eduardo Villafane Campoblanco	08190728	
13.-	Jovita Campos Najar de Villafane	00087510	
14.-	Lourdes Alicia Villafane Campos	45093733	
15.-	Roller Cabezudo Zeateguí	46892514	
16.-	Franco Eduardo Villafane Campos	71484754	
17.-	Santos Gualberto Silvestre Alvarez	00023369	
18.-	Jaime Vargas Venancino	41478786	
19.-	Maximo R. Guizado Estrada	21145038	
20.-	Luis Enrique Guizado Villafane	70975363	
21.-	Erick Oswaldo Gomes Meza	47637297	
22.-	Augusto Oswaldo Gomes Meza	47038323	
23.-	Oswaldo Gómez Bardales	00012392	
24.-	CARLOS REYES SALINAS	00046869	
25.-	Giovanna Vasquez Delgado	80374169	

Figura 34A. Lista de personas que participaron de forma voluntaria en la prueba sensorial del pan elaborado con harina de masato.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

PANELISTA N°: 01 FECHA: 21-01-2021

EDAD: 34

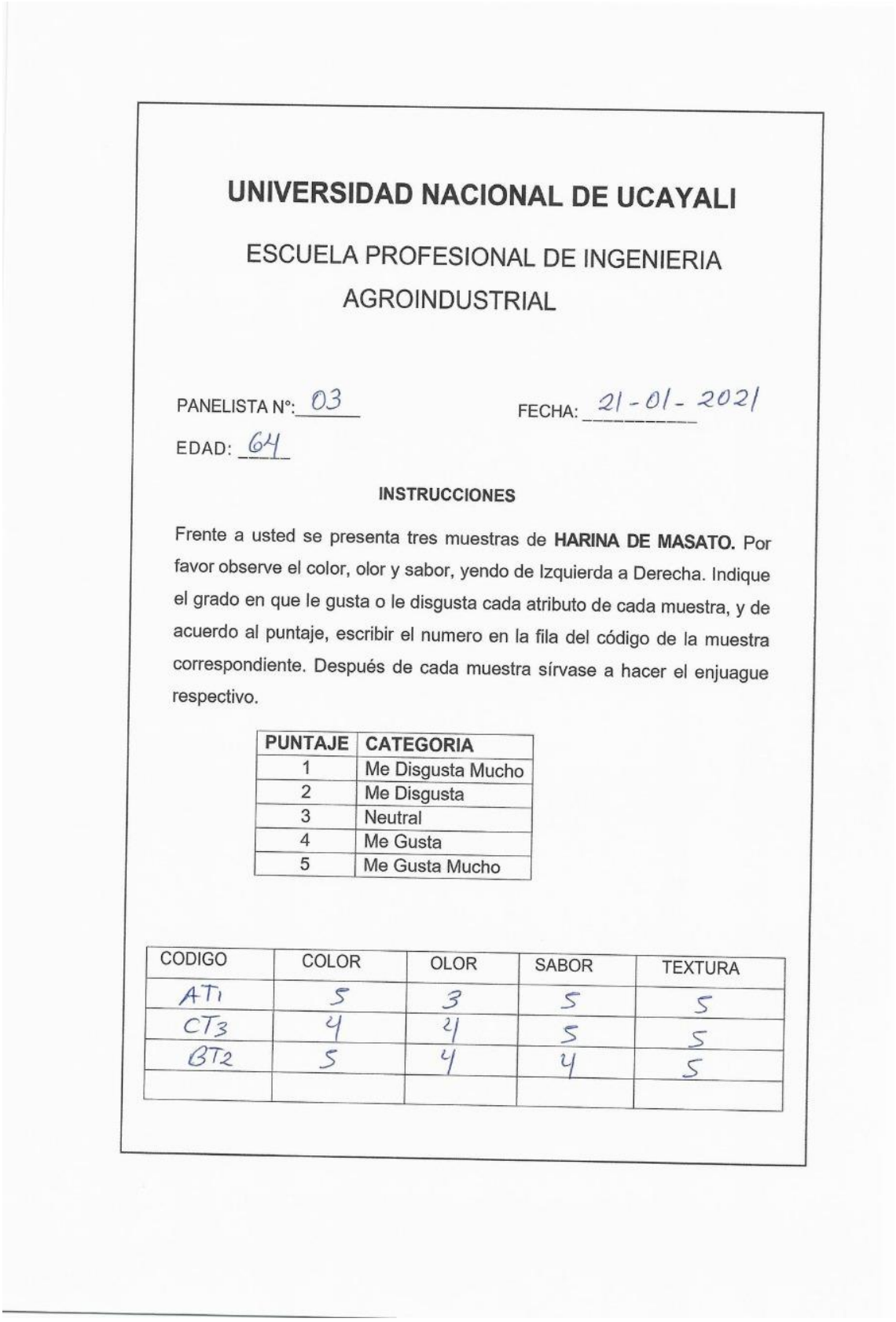
INSTRUCCIONES

Frente a usted se presenta tres muestras de **HARINA DE MASATO.** Por favor observe el color, olor y sabor, yendo de Izquierda a Derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, y de acuerdo al puntaje, escribir el numero en la fila del código de la muestra correspondiente. Después de cada muestra sírvase a hacer el enjuague respectivo.

PUNTAJE	CATEGORIA
1	Me Disgusta Mucho
2	Me Disgusta
3	Neutral
4	Me Gusta
5	Me Gusta Mucho

CODIGO	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
AT1	4	4	4	4
CT3	5	3	5	4
BT2	5	3	4	5

Figura 35A. Modelo de cuestionario para prueba sensorial.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

PANELISTA N°: 03 FECHA: 21-01-2021

EDAD: 64

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presenta tres muestras de **HARINA DE MASATO.** Por favor observe el color, olor y sabor, yendo de Izquierda a Derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, y de acuerdo al puntaje, escribir el numero en la fila del código de la muestra correspondiente. Después de cada muestra sírvase a hacer el enjuague respectivo.

PUNTAJE	CATEGORIA
1	Me Disgusta Mucho
2	Me Disgusta
3	Neutral
4	Me Gusta
5	Me Gusta Mucho

CODIGO	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
AT1	5	3	5	5
CT3	4	4	5	5
BT2	5	4	4	5

Figura 36A. Aplicación del modelo de cuestionario para prueba sensorial.