

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos



Una Institución Adventista

Evaluación del efecto de la masa madre elaborado a partir de harina de trigo (*Triticum aestivum*), harina de centeno (*Cecale cereale*) y harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en el pan francés

Tesis para obtener título profesional de Ingeniero de Alimentos

Por:

Evelin Aguirre Achaquihui

Asesor:

Ing. Enrique Mamani Cuela

Juliaca, setiembre de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Yo, Ing. Enrique Mamani Cuela, docente de la Facultad de ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de ingeniería de Alimentos, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA MASA MADRE ELABORADO A PARTIR DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*), HARINA DE CENTENO (*Cecale cereale*) Y HARINA DE TARWI (*Lupinus mutabilis*) EN EL PAN FRANCES”** constituye la memoria que presenta la Bachiller Evelin Aguirre Achaquihui para obtener el título de Profesional de Ingeniero de Alimentos, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 06 días del mes de setiembre del año 2021



Ing. Enrique Mamani cuela
Asesor



098

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 25 día(s) del mes de Setiembre del año 2020, siendo las 11:00 horas, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Juliaca, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Ing. Joel Jerson Coaguira Quirpe, el secretario: MSc. Carmen Rosa Sposza Humerez y los demás miembros: Ing. Alex Danny Chambi Rodriguez y el asesor: Ing. Enrique Mamani Buela

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Evaluación del efecto de la masa made elaborada a partir de harina de trigo (Triticum aestivum), harina de centeno (Secale cereale) y harina de tarwi (Lupinus mutabilis) en el pan francés" de el(los)/la(las) bachiller/es: a) Evelyn Aguirre Schaguihui b)

conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero de Alimentos (Nombre del Título Profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)/(las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Evelyn Aguirre Schaguihui

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	18	A-	Muy bueno	Sobresaliente

Candidato (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)/(las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Signature of Presidente

Signature of Secretario

Asesor

Miembro

Miembro

Candidato/a (a)

Candidato/a (b)

DEDICATORIA

Presento este trabajo en dedicatoria principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados. A mis queridos padres por brindarme la oportunidad de superarme depositando su confianza en mí a lo largo de estos años, por enseñarme que poco valor tiene lo que debe ser demostrado y regalarme la mejor experiencia de mi vida y como también a todos mis docentes de la carrera profesional de ingeniería de alimentos por compartirme sus conocimientos para mi crecimiento profesional.

“Evelin Aguirre Achaquihui”

AGRADECIMIENTO

Expresar mi gratitud a Dios, A mis padres por el sustento y el apoyo incorporado brindado en la realización de esta tesis. Este proyecto es el resultado del esfuerzo en conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo, por tal motivo agradezco a mi asesor Ing. Enrique Mamani Cuela por brindarme su confianza y experiencia para poder realizar este proyecto, asimismo agradecer al Ing. Alex Danny Chambi Rodríguez por su apoyo incondicional durante todo el proceso del proyecto, finalmente agradecer a todos los docentes de mi querida escuela.

Agradecer de manera especial al Programa Nacional de Becas y Créditos Educativos (PRONABEC), quienes me brindaron la educación ya que el programa ayuda a jóvenes con talento académico.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	12
EL PROBLEMA	12
CAPITULO II.....	14
REVISION DE LA LITERATURA.....	14
2.2. Definición del pan	14
2.2.1. Ingredientes principales del pan	14
2.2.1.1. Agua	14
2.2.1.2. Sal	14
2.2.1.3. Levadura	15
2.2.2. Generalidades del pan	15
2.2.2.1. Pan común	15
2.2.2.2. Pan especial.....	15
2.3. Valor nutricional del pan	16
2.4. Masa madre	17
2.4.1. Definición.....	17
2.4.2. Harinas base para elaborar masa madre.....	17
2.4.2.1. Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	17
2.4.2.2. Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i>).....	18
2.4.2.3. Trigo (<i>triticum aestivum</i>)	18
2.4.2.3.1. Harina de trigo.....	18
2.4.2.3.2. Composición nutricional del trigo	19
2.4.2.3.3. Estructura del grano de trigo.....	21
2.4.2.4. Centeno (<i>Cecale cereale</i>).....	21
2.4.2.4.1. Harina de centeno	21
2.4.2.4.2. Características	21
2.4.2.4.3. Tecnología de pan de centeno.....	22
2.4.2.4.4. Masa de centeno y masa acida	23
2.4.3. Obtención y elaboración de masa madre	23
2.4.4. Uso y ventajas de masa madre en panificación.....	24
2.3.4.1. Uso	24
2.3.4.2. Ventajas	24

2.4.5.	Tipos de masa madre.....	24
2.4.5.1.	Masa madre natural.....	25
2.4.5.2.	Masa madre biga.....	25
2.4.5.3.	Masa madre acida.....	25
2.4.6.	Parámetros de análisis de la masa madre y nivel de utilización.....	26
2.4.6.1.	Procedimiento.....	26
2.5.	El tarwi.....	26
2.5.1.	Composición química del tarwi.....	27
2.6.	Propiedades físicas consideradas en panificación.....	27
2.7.	Evaluación sensorial.....	30
2.7.	Prueba discriminativa.....	30
2.7.2.	prueba de diferenciación.....	30
2.7.3.	prueba de sensibilidad.....	31
2.7.4.	Prueba descriptiva.....	31
2.7.5.	Prueba afectiva.....	31
2.7.6.	pruebas de preferencia.....	31
2.7.7.	pruebas de satisfacción.....	31
2.7.8.	Pruebas de aceptación.....	32
CAPITULO III.....		33
MATERIALES Y MÉTODOS.....		33
3.1.	Lugar de ejecución.....	33
3.2.	Materiales y equipos.....	33
3.2.1.	Materia prima.....	33
3.2.2.	Insumos.....	33
3.2.3.	Reactivos.....	34
3.2.4.	Materiales.....	34
3.2.5.	Equipos.....	34
3.3.	Metodologías.....	35
3.3.1.	Procedimiento para la elaboración de una masa madre.....	35
3.3.2.	Evaluar las condiciones de pH y acidez de la masa madre (AOAC 945.42).....	36
3.3.3.	Elaboración de pan con masa madre.....	37
3.3.3.1.	Descripción del flujograma.....	38
3.3.4.	Métodos de análisis.....	39
3.3.4.1.	Análisis físico en el pan con masa madre.....	39
3.3.4.2.	Análisis proximal en el pan con masa madre.....	40

3.3.4.3. Análisis sensorial	41
3.3.4.4. Diseño estadístico	41
CAPITULO IV	43
RESULTADOS Y DISCUSIONES	43
3.4. Análisis fisicoquímico	43
3.5. Evaluación sensorial del pan	45
3.6. Evaluación física y proximal del producto terminado.....	48
3.6.1. Efecto de porosidad en el pan con masa madre	48
3.6.2. Efecto en los porcentajes en la masa madre en el pan en el color	51
3.6.3. Análisis proximal	54
CAPITULO V	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
4.1. Conclusiones	62
BIBLIOGRAFIA.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de la Cebada.....	18
Tabla 2 . Composición química de las diferentes partes del trigo (expresada en % sobre peso seco)	19
Tabla 3. Especificaciones mínimas de calidad general para el trigo.....	19
Tabla 4. Composición nutricional de la harina de trigo	20
Tabla 5. Valor nutricional del centeno.	22
Tabla 6. Propiedades nutricionales del centeno composición de la fibra.....	22
Tabla 7 Composición química del tarwi.....	27
Tabla 8 Propiedades físicas consideradas en panadería	28
Tabla 9. Metodología utilizadas para la obtención de análisis proximales	41
Tabla 10 <i>Resultado del análisis obtenido del software Imagen J para la porosidad</i>	49
Tabla 11. Parámetros de los valores L*, a* y b* para el color.....	52
Tabla 12 propiedades fisicoquímicas de pan con elaborado con masa madre con todas las sustituciones	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grano de tarwi y forma de producción.....	27
Figura 2. flujograma para la elaboración de masa madre	35
Figura 3. Flujograma para la elaboración de pan con masa madre	37
Figura 4. Muestra los resultados obtenidos en la medición de Ph en las masas madres en 7 días.....	43
Figura 5. Muestra los resultados obtenidos en la medición de Acidez tt en las masas madres en 7 días	44
Figura 6. Evaluación sensorial para el pan con masa madre de centeno	45
Figura 7. Evaluación sensorial para el pan con masa madre de trigo.....	46
Figura 8. Evaluación sensorial para el pan con masa madre de tarwi	47
figura 9. Análisis obtenido en cuanto ala porosidad, cantidad de poros y área total de poros por el porcentaje de masa madre agregado y tipo de harina.	49
figura 10. Análisis de varianza para las variables respuestas total de poros y área total de poros en el pan francés con masa madre	50
Figura 11. Análisis de varianza en cuanto al color y porcentaje (L*,a* y b*) en el pan francés con masa madre.	54
Figura 12. Análisis de varianza en cuanto al análisis proximal (humedad, ceniza, materia seca, proteína, grasa, fibra, carbohidratos, energía y textura) y porcentaje en el pan francés con masa madre.	61

INDICE DE ANEXOS

Anexo A. Datos experimentales de la determinación de pH en lasmasa madres para los componentes (centeno, trigo y tarwi)	69
anexo B. Datos experimentales de la determinación de ATT en las masa madres para los componentes (centeno, trigo y tarwi)	70
anexo C. Datos experimentales de la porosidad por el software Imagen J en pan con masa madre (centeno, trigo y tarwi)	71
anexo D. Valores de L*, a* y b* para color en pan con masa madre (centeno, trigo y tarwi). 72	
anexo E. anova pata el color.....	73
anexo F. ANOVA ANALISIS PROXIMAL.....	74
anexo G. Cartilla de evaluación para el análisis sensorial de pan con masa madre.	76
anexo H. Datos experimentales de la evaluacion sensorial del pan con masa madre (centeno, trigo y tarwi)	77
anexo I.....	78
anexo J. Proceso de obtención de harina de tarwi.....	79
anexo K. proceso de elaboración de masa madre (centeno, trigo y tarwi).....	80
anexo L. Determinación de acidez de la masa madre	81
anexo M. determinación de pH en la masa madre	81

ABREVIATURAS Y UNIDADES

MMT : Masa Madre de trigo

MMC : Masa Madre de centeno

MMTW : Masa Madre de Tarwi

PH : Potencial de hidrogeniones

ATT : Acidez Total Titulable

ANOVA: Análisis de Varianza

mm : milímetros

DE : Desviación Estándar

R^2 : coeficiente de determinación lineal

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar el efecto de la masa madre elaborado a partir de harina de trigo (*Triticum aestivum*), harina de centeno (*Cecale cereale*) y harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en el pan francés. Para evaluar el efecto se utilizó el Diseño de Bloques Completamente Aleatorio, las variables de estudio fueron: masa madre de centeno, masa madre de trigo y masa madre de tarwi con diferentes niveles de sustitución de masa madre (20, 30, 40%). Para determinar el efecto de las masas se realizó el análisis fisicoquímico, evaluación sensorial para cada nivel de sustitución con una prueba descriptiva, propiedades físicas: volumen (cm³/g), porosidad mediante el análisis de imagen J, color por el espacio CIELAB, determinación del análisis proximal para cada nivel de sustitución de masa madre para ver el valor nutricional en el producto terminado; para la determinación de análisis fisicoquímica pH y acidez en masa madre, se evaluó durante siete días en donde el pH disminuye y la acidez aumenta en la masa madre de centeno se obtuvo 5.3 a 4.2 % pH, 0.033 a 0.18 la acidez TT; masa madre de tarwi de 6.8 a 4% pH y 0.066 a 0.20 la acidez TT; para masa madre de trigo de 6 a 3.5% pH y 0.015 a 0,14 la acidez TT. En la evaluación sensorial dio como resultado como el mejor tratamiento en cuanto al color, olor, textura de la miga y textura de la corteza la adición de masa madre con 40% de ambos tipos de masa madre (trigo, centeno y tarwi) y para el sabor el mejor tratamiento fue con la adición de 20% de masa madre (trigo, centeno y tarwi) en cuanto al color de miga el mejor fue con la adición de 30% de masa madre (centeno, trigo y tarwi) la prueba de adición de masa madre de tarwi fue la menor aceptada en cuanto a los atributos. Para determinar las diferencias estadísticas se realizó un análisis de varianza a un 95% de confiabilidad y una comparación de medias para encontrar el mejor tratamiento y la significancia. La ejecución de estos estudios mostro las diferencias ($p < 0.05$) y en las propiedades físicas en la porosidad el tamaño de poros fue significativa en cuanto a la sustitución de masa madre con 40% en los tres tipos de masa madre con mayor formación de alveolos de forma homogénea en cuanto a la sustitución de 20% de masa madre de tarwi no fue significativa. En conclusión, la adición de cada masa madre con diferentes porcentajes de masa madre cambian las propiedades físicas en el pan.

Palabras clave: masa madre, tarwi, centeno, porosidad.

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the effect of the sourdough made from wheat flour (*Triticum aestivum*), rye flour (*Cecale cereale*) and tarwi meal (*Lupinus mutabilis*) in French bread. To evaluate the effect, the Design of Completely Randomized Blocks was used, the study variables were: rye mother sourdough, wheat mother dough and tarwi sourdough with different levels of substitution of sourdough (20, 30, 40%). To determine the effect of the masses, the physicochemical analysis, sensory evaluation for each level of substitution was carried out with a descriptive test, physical properties: volume (cm³ / g), porosity by means of the image J analysis, color by the CIELAB space, determination of the proximal analysis for each level of substitution of the sourdough to see the nutritional value in the finished product; for the determination of pH physicochemical analysis and acidity in the sourdough, it was evaluated during seven days where the pH decreases and the acidity increases in the rye sourdough was obtained 5.3 to 4.2% pH, 0.033 to 0.18 acidity TT; tarwi sourdough from 6.8 to 4% pH and 0.066 to 0.20 acidity TT; for wheat dough of 6 to 3.5% pH and 0.015 to 0.14 TT acidity. In the sensory evaluation it resulted as the best treatment in terms of color, odor, texture of the crumb and texture of the bark, the addition of sourdough with 40% of both types of sourdough (wheat, rye and tarwi) and for the taste the best treatment was with the addition of 20% of mother s mass (wheat, rye and tarwi) as to the color of crumb the best was with the addition of 30% of sourdough (rye, wheat and tarwi) the test of addition of tarwi sourdoug was the lowest accepted in terms of attributes. To determine the statistical differences, an analysis of variance was performed at 95% reliability and a comparison of means to find the best treatment and significance. The performance of these studies showed the differences ($p < 0.05$) and in the physical properties in the porosity the pore size was significant in terms of the substitution of the sourdough with 40% in the three types of sourdough with greater formation of alveoli homogeneously in terms of substitution of 20% of the tarwi mother mass was not significant. In conclusion, the addition of each sourdough with different percentages of sourdough changes the physical properties in the bread.

Key words: mother dough, tarwi, rye, porosity.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En la actualidad existe una gradual demanda por alimentos más saludables. El consumo de productos químicos como aditivos en el pan originan la variación en los parámetros del proceso de panificación afectan grandemente las características de las masas y por ende la calidad total del producto (Velasquez & Vasquez, 2017).

Desde la aparición de la levadura industrial, surgen diversos problemas de salud. La consecuencia es que cuando se utiliza levadura comercial, el producto principal que se forma es el etanol, y en menor proporción también pueden hallarse diferentes ácidos que contribuyen al *flavor* del producto (Bot B. , 2008), que proliferan intensamente y también se vuelven más resistentes, de modo que no sólo consiguen colonizar el intestino, sino también invadir otros órganos, como por ejemplo los pulmones (Wolff, 2012). Esta realidad trajo como consecuencia el revalorar las levaduras naturales. Los aditivos utilizados para la elaboración de pan como mejoradores y acondicionadores de masa reducen el proceso de elaboración, mejorando la apariencia del producto, pero a la vez merma el aroma y sabor que identifican al pan tradicional.

Por lo tanto, observamos que se dejó de revalorar los tipos de pan producidos con masa madre, que desde tiempos antiguos fue elaborado a base de levadura natural. Los granos andinos y sus derivados constituyen el aporte nutricional más importante de la órbita de la distribución alimentaria. Se recomienda su consumo diario debido a su aporte nutricional para nuestro organismo.

Actualmente, las nuevas tendencias de consumo consideran el deseo de los consumidores los cuales buscan alimentos frescos, inocuos, poco procesados, con la menor adición de aditivos (prefiriendo los naturales sobre los químicos). Todo esto va de la mano con la necesidad mundial de aumentar el suministro de alimentos y reducir las pérdidas económicas por productos deteriorados o vencidos. De esta forma se llega a promover un valor agregado al tarwi, centeno en la elaboración de nuevos productos con mejores métodos de elaboración de pan para mejorar la calidad física, organoléptica y nutricional.

El objetivo de este trabajo de investigación es evaluar el efecto de la masa madre elaborado a partir de harina de trigo (*Triticum aestivum*), harina de centeno (*Cecale cereale*) y harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en el pan francés y como objetivos específicos evaluar los parámetros fisicoquímicos durante la elaboración de masa madre: Ph y acidez. Determinar la composición

física y proximal del pan francés analizar sensorialmente el pan francés con masa madre obtenido a partir harina de trigo, harina de centeno y pulpa de tarwi.

En el libro bíblico Genesis menciona que toda planta que da semilla y que hay en la superficie de toda la tierra, la semilla servirá de alimento (Génesis 1:29-30)

CAPITULO II

REVISION DE LA LITERATURA

2.2. Definición del pan

Según la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Fabricación, Circulación y Comercio del Pan y Panes Especiales, el pan es un producto de consumo que integra la mesa de la mayoría de los hogares, ya sea para acompañar las comidas o como el único alimento (Madrid y Callejo, 2002). Por otra parte, el pan francés se obtiene amasando, fermentando y horneando solo harina, agua, levadura, fermentada por especies propias de la fermentación panaria, como *Saccharomyces cerevisiae* (Mesas & Alegre, 2009).

2.2.1. Ingredientes principales del pan

2.2.1.1. Agua

El agua es el segundo componente mayoritario de la masa y es el que hace viable el amasado de la harina. El agua absorbe la harina facilitando la formación del gluten, con ello y con el compromiso mecánico del amasado se le confieren a la masa sus características plásticas: la cohesión, la elasticidad, la plasticidad y la tenacidad o nervio (Calvel, 1983). La presencia de agua en la masa también es necesaria para el desarrollo de las levaduras que han de llevar a cabo la fermentación del pan.

2.2.1.2. Sal

Su objetivo principal es dar sabor al pan (Calvel, 1994). Asimismo, es importante porque hace la masa más obstinada, actúa como regulador de la fermentación, favorece la coloración de la corteza durante la cocción y aumenta la capacidad de retención de agua en el pan (Calvel, 1983).

2.2.1.3. Levadura

En panadería se llama levadura al componente microbiano aportado a la masa con el fin de hacerla fermentar de modo que se produzca etanol y CO₂. Este CO₂ queda atrapado en la masa lo cual se esponja y aumenta de volumen. A este fenómeno se le denomina levantamiento de la masa Schleskinder G.(2014). Los microorganismos presentes en la levadura son principalmente levaduras que son las responsables de la fermentación alcohólica, también se pueden encontrar bacterias que actúan durante la fermentación dando productos secundarios que van a conferir al pan determinadas características organolépticas, en concreto una cierta acidez (Soto P., 2014).

2.2.2. Generalidades del pan

2.2.2.1. Pan común

Se define como el de consumo tradicional en el día, elaborado con harina de trigo, sal, levadura y agua, al cual se le pueden añadir ciertos colaboradores tecnológicos y aditivos autorizados. Dentro de este tipo se incluyen (Lopez & Turina , 2017):

- Pan bregado, de miga dura, español o refinado, es el elaborado con rollos refinadores.
- Pan de flama o de miga blanda, es el obtenido con una mayor proporción de agua que el pan bregado y normalmente no necesita del uso de rollos refinadores en su elaboración.

2.2.2.2. Pan especial

Es aquel que, por su composición, por juntar algún aditivo o colaborador especial, por el tipo de harina, por otros ingredientes especiales (leche, huevos, grasas, cacao, etc.), por no llevar sal, por no haber sido fermentado, o por cualquier otra circunstancia autorizada, no corresponde a la definición básica de pan común Aliaga & Quijada, (2013). Como ejemplos de pan especial tenemos:

- a) **Pan integral:** es aquel en cuya elaboración se utiliza harina integral, es decir, la obtenida por trituración del grano completo, sin separar ninguna parte del mismo.

- b) **Pan de Viena o pan francés:** es el pan de flama que entre sus ingredientes incluye azúcares, leche o ambos a la vez. # Pan de molde o americano, es el pan de corteza blanda en cuya cocción se emplean moldes.
- c) **Pan de cereales:** es el elaborado con harina de trigo más otra harina en proporción no inferior al 51%. Recibe el nombre de este último cereal. Ejemplo: pan de centeno, pan de maíz, etc.
- d) **Pan de huevo:** pan de leche, pan de miel y pan de pasas, etc., son panes especiales a los que se añade alguna de estas materias primas, recibiendo su nombre de la materia prima añadida (Mesas & Alegre, 2009).

2.3. Valor nutricional del pan

El pan contiene varios componentes nutricionales las cuales son:

Tabla 1. *Composición fisicoquímica del pan blanco e integral energía y nutrientes aportados por 100g de producto*

	Pan blanco 100g	Pan integral 100g
Energía (Kcal)	258	228
Proteínas (g)	7.8	8
Lípidos (g)	1	1,4
Fibra (g)	2,2	8,5
Calcio (mg)	19	21
Hierro (mg)	1,7	2,5
Yodo (mg)	1	1
Magnesio (mg)	26	91
Zinc (mg)	2	3,5
Sodio (mg)	540	540
Potasio (mg)	100	220

Nota. (Alimentacion sana, 2015)

2.4. Masa madre

2.4.1. Definición

Según Marques, Albiñana, & Perez, (2007) es una masa elaborada con harina de trigo y/o centeno y agua que se deja fermentar de forma natural, procediéndose a diversos refrescos con el fin de incrementar la microflora natural que contiene la propia harina y poder así fermentar (subir) la masa. Los microorganismos implicados son las bacterias lácticas, como acidificantes, y las levaduras.

Según Reyes & Caceres, (2011) La masa madre es un cultivo de levaduras adicionadas o presentes de manera natural en alimentos, como los cereales, y las bacterias presentes en el medio ambiente, en especial levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, responsable también de la fermentación del vino y la cerveza. Tradicionalmente ha servido para hacer fermentar el pan, antes de que existiese la levadura comercial.

En la mayoría se elabora a partir de cereales como el trigo o el centeno. Antiguamente los panaderos guardan la masa madre, ya sea en estado líquido o como un trozo de masa, para la elaboración diaria del pan agregándole harina y los demás insumos de que se vaya a elaborar el pan. Las bacterias de la masa madre son relativamente resistentes a las bajas temperaturas (más que de las levaduras comercial) por eso se puede almacenar vivas alimentándolas con harina y agua; o bien en estado neutral, adormecidas a bajas temperaturas (Lopez & Turina , 2017).

2.4.2. Harinas base para elaborar masa madre

2.4.2.1. Cebada (*Hordeum vulgare*)

Los granos de cebada se componen de una parte externa constituida por algunas capas secas y duras, las cuales protegen al grano, denominadas glumas y glumillas que son estructuras florales en forma de hoja que encierran a las cariósides de los cereales.

Las cubiertas más externas forman parte del pericarpio, que se subdivide en epicarpio (protegido por cutículas y vellosidades), mesocarpio (formado por células transversales) y endocarpio (formado por células tubulares). El pericarpio protege a la semilla, formada por germen y endospermo y rodeada por su propia envoltura. (Marquez, 2007).

Tabla 2.*Composición nutricional de la Cebada*

Composición de alimentos	
Energía	282
Agua	5.6
proteínas	8.68
grasa total	3.2
carbohidratos	80.2
fibra cruda	.
fibra dietaría	25.4
cenizas	2.5
Hierro	9.6

Fuente. (Centro de Alimentacion y Nutricion, 2009)

Según (Malcolmson, s.f.) la Cebada es un cereal antiguo que ofrece no solamente ligereza, sino un perfil nutricional muy alto. La cebada es una excelente fuente de fibra soluble β -glucan, que ayuda a reducir el colesterol, un factor de riesgo para las enfermedades cardíacas. La cebada es también una importante fuente de proteína, fibra insoluble, vitaminas y minerales.

2.4.2.2. Cañihua (*Chenopodium pallidicaule*)

La cañihua es un grano pequeño que, presenta un elevado contenido de aminoácidos de alta calidad. también, es rica en proteínas, minerales (calcio, hierro, fosforo), omega 3. Por ende, contiene vitaminas entre las que destacan están del grupo B, ácido fólico y vitamina E.

2.4.2.3. Trigo (*triticum aestivum*)

Es el cereal más utilizado para la elaboración de pan debido a la cantidad de gluten que contiene. El gluten aumenta la capacidad para contener gases y mejora la mezcla de la harina de trigo con la levadura, esto mejora considerablemente la textura y hace que el pan sea más esponjoso (nutricion y alimentacion , el trigo, 2015).

Se podría decir que el único cereal con características panificables básicamente porque tiene dos proteínas insolubles la gliadina, la gluteína que al hidratarse forman un detenido tridimensional llamado gluten (Salazar, 2016)

2.4.2.3.1. Harina de trigo

a) **La harina blanca:** se obtiene a través de los procesos de molturación y molienda: tras la limpieza y el acondicionamiento del grano se realiza el descascarillado, para aislar la cubierta externa (salvado), el germen y la capa de aleurona del núcleo central del grano (endospermo amiláceo). El resto, se lleva a molienda reduciendo sus dimensiones y según el tamaño de las partículas se separan las diferentes harinas, las cuales (mostacilla, sémola, semolina, harina gruesa y harina fina) se disponen para usos distintos según sus características, como producción de pasta, panificación, elaboración de churros o bollería, etc. (Russo , Elichalt, Vázquez, & Suburú, 2012)

b) **La harina integral:** se logra de la molienda de los granos de trigo enteros con todas sus cubiertas celulósicas, por tanto, siendo una masa más oscura y pesada que la masa común de harina blanca, al contener mayor cantidad de cáscara compuesta principalmente por fibra (Russo , Elichalt, Vázquez, & Suburú, 2012).

2.4.2.3.2. Composición nutricional del trigo

Los granos de trigo contienen un valor nutricional alto desde el almidón hasta los minerales que se encuentran en el trigo.

Tabla 3. *Composición química de las diferentes partes del trigo (expresada en % sobre peso seco)*

	% peso	Almidón	Proteína	Lípidos	Pentosanos	Minerales
trigo completo	100	60-70	10,14	1.5-2.5	5,8	1,6-2.0
endospermo	82-85	70-85	8,13	1-1.6	0.5-3-0	0.3-0.8
salvado	15	0	7,8	1,5	30-40	3,10
germen	3	20	35-40	15	20	5,6

(Dobraszczyk, 2001)

Tabla 4.

Especificaciones mínimas de calidad general para el trigo.

	Trigo panario	Trigo duro
Humedad máxima (%)	14.5	14.5
peso específico(kg/hl)	72(min) 75(Max)	-
granos partidos	5	6
impurezas de granos	12	5
granos germinados	6	4

granos marchitos	7	5
granos infestados	0.5	-
ergot	0.05	0.05
semillas extrañas	0.1	0.1
proteína	11,12	11.5
índice de alveografo	P/L<0.6W>170	-
contenido de gluten	20	

(Dobraszczyk, 2001)

Tabla 5.

Composición nutricional de la harina de trigo

	Por 100 g de porción comestible	porción 150 g
Energía	368	36.8
Proteínas	9.3	0.93
Lípidos totales	14	1.4
Colesterol	0	0
Hidratos de carbono	79.2	7.9
Fibra	3.4	0.34
Agua	6.1	0.61
Calcio	15	1,5
Hierro	1.1	0.11
Yodo	1	0.1
Riboflavina	0.06	0.006
Niacina	2.3	0.23
Vitamina B ₁₂	0	0

(Moreldas, 2007)

La harina de trigo se puede utilizar en los diferentes productos como: Pan, galletas, pasteles y similares cereales para el desayuno salsas, sopas y pastas alimenticias. La combinación de trigo o sus productos con alimentos de origen animal, mejora su valor proteico, por ejemplo: pan con queso, macarrones con carne.

2.4.2.3.3. Estructura del grano de trigo

La dimensión de los granos de trigo varía según el tipo de trigo, pero en promedio pesa cerca de 35 mg con una longitud de 8 mm tienen su parte dorsal y lisa el germen consiste en tres partes anatómicas principales el afrecho o envoltente (salvado) el germen o embrión y el endospermo.

- A) **Salvado.** Es la parte externa del grano, sirve de cubierta protectora y constituye alrededor del 14 % del grano, está formado por el pericarpio cubierto por la semilla y epidermis nuclear y se caracteriza por tener alto contenido de fibra ceniza y carecer de almidón.
- B) **Germen.** Es la fracción más pequeña constituyendo del 2,3-2,5% del grano se encuentra en la parte dorsal del grano y se compone de dos partes principales que son el eje embrionario y el escueto, los cuales funcionan como almacén de nutrientes. El germen se caracteriza por carecer de almidón y por su alto contenido de aceite.
- C) **Endospermo.** Se compone principalmente de almidón y proteína constituye alrededor del 83% del grano y está formado por tres tipos de células (Jarez, 2003).

2.4.2.4. Centeno (*Cecale cereale*)

El centeno es una planta monocotiledónea anual de la familia de las gramíneas y que se cultiva por su grano o como planta forrajera. Es un miembro de la familia del trigo y se relaciona estrechamente con la cebada. El grano del centeno se utiliza para hacer harina, en la industria de la alimentación y para la fabricación de aguardiente, vodka de alta calidad y algunos whiskys. Es altamente tolerante a la acidez del suelo. (Sanches, 2008).

2.4.2.4.1. Harina de centeno

Es la harina que se obtiene al moler el grano de centeno. Proporciona un sabor amargo característica a los panes, aunque también se utiliza para la elaboración de caldos, albóndigas y otras preparaciones culinarias. (Fernandez, 2016)

2.4.2.4.2. Características

- Se asemeja al trigo en su composición
- Contiene una pequeña cantidad de gluten por lo que se combina con harina de trigo para hacer pan

Tabla 6.

Valor nutricional del centeno.

Composición centesimal del centeno (100g en base seca)	
proteína (Nx5.7)	8.3
Almidon	63.4
azucares libres	6.3
fibra dietética	16.1
Grasa	1.5
Ceniza	1.7

(Centro de Alimentacion y Nutricion, 2009)

Tabla 7.

Propiedades nutricionales del centeno composición de la fibra

propiedades nutricionales del centeno composición de la fibra	
fibra dietética total	15.9
β- glucanos unidos	1.8
arabinoxilanos	9.1
celulosa	2.4
lignina klason	1.2

(Dobraszczyk, 2001)

2.4.2.4.3. Tecnología de pan de centeno

La panificación del centeno es una panificación sin gluten o con poco gluten y las masas son viscosas, pastosas, rígidas y pegajosas difícil de manipular las proteínas del centeno a diferencia de las del trigo, no tiene la capacidad de formar un conjunto continuo y una masa elástica. en cambio, las pentosas del centeno representan el mayor elemento en la retención de gas en masas de centeno. Una característica típica de los panes de centeno es que son densos y relativamente duros. El pan acido de centeno es resistente a hongos y el enmohecimiento es un problema menor que en el caso del pan de trigo. Por otra parte, recientes, estudios sobre los efectos

fisiológicos beneficiosos de los fitoquímicos presentes en la aleurona del centeno han causado un boom en el consumo de pan de centeno. (knudsen, 1995).

2.4.2.4.4. Masa de centeno y masa acida

El pan de centeno puede ser elaborado solo con harina integral, agua y sal. La levadura también es normalmente usada. Sin embargo, el agente de levadura tradicionalmente usado en el pan de centeno es la masa acida mantenida por el procedimiento vuelta atrás.

La falta de gluten en la masa de centeno tiene algunos beneficios. En la fabricación de la masa son necesarios menos tiempos de mezclados y además no son necesarios periodos de relajación (Dobraszczyk, 2001).

2.4.3. Obtención y elaboración de masa madre

Para obtener masa madre se adiciona una cantidad de harina agua y sal creado cultivo que impida el crecimiento de bacterias malas en la masa preparada. Este cultivo necesita tres elementos muy básicos la cuales son: alimento (harina), humedad, temperatura (30 a 32°C). un exceso o falta de alguno de los elementos puede alterar como en la muerte de los microorganismos que están presente en la masa madre. De tal manera, aumentos o disminución de temperatura influyen en la cantidad de alimento necesario. En condiciones normales los microorganismos duplican su número cada 2 horas aproximadamente así que se trata de capturas y poner las condiciones para que proliferen (Renteria , 2009).

Para la elaboración de masa madre se necesita agua, un cereal y levadura. Se pesa un determinado porcentaje de cada insumo utilizado para la elaboración de masa madre, mezclando el 20% de harina, 19,3% de agua, 3% de levadura y 0,4% de sal. A lo largo de 10 a 15 horas de fermentación (depende de las condiciones puede variar) habrá un crecimiento considerable de volumen y crea una aparición de agujeros por la acidificación y gasificación de la masa. En ese punto la masa con mayor volumen está preparada para ser usada en su totalidad para la elaboración de pan (Renteria , 2009).

2.4.4. Uso y ventajas de masa madre en panificación

2.3.4.1 Uso

La utilización de la masa madre en el proceso de panadería proporciona unos productos finales con mejores propiedades organolépticas (Renteria , 2009).

El empleo de masa madre es utilizado para mejorar el comportamiento de las harinas que son generalmente (mayor porcentaje de proteína). La cantidad a añadir dependerá del tipo de harina utilizada, así como de otros factores del proceso: tiempo de fermentación final de las piezas, tipo de aditivos empleados, intensidad de aroma deseada en los productos. Según los casos, oscilara entre un 5 y 20%.

2.3.4.2 Ventajas

la incorporación de una masa madre a la masa panaria permite obtener una serie de ventajas propias de su prolongada fermentación.

- Aumentar la fuerza de la masa
- Mejora las características de la certeza
- Mejora el sabor del producto
- Mejora la conservación del producto
- Mejora la miga

2.4.5. Tipos de masa madre

Según Marques, Albiñana, & Perez, (2007) el método más empleado es el que prepara la masa madre a partir de una porción de masa que se ha 46-62 art. Técnicos 1.qxp 8/2/07 14:54 Página 54 separado de la última hornada del día. Este trozo de masa se vuelve a mezclar con agua y harina y se amasa convenientemente. Después de varios "refrescos" la madre ya está lista para su utilización. Existe gran variación tanto en la preparación de la masa madre como en su composición. Por ejemplo, se pueden añadir ingredientes como la miel, o bien utilizar agua en la que se ha puesto en remojo uvas pasas. También se utilizan harinas diferentes de la de trigo, como la harina de centeno en proporciones diferentes con respecto a la harina de trigo (por ejemplo, mitad harina de trigo, mitad harina de centeno). La utilización de agua a la que

se le ha añadido salvado también se ha empleado. En definitiva, se intenta aumentar la flora microbiana o facilitar su crecimiento, facilitando la obtención de pan con mejor aroma y sabor.

2.4.5.1. Masa madre natural

Genoves, (2013) elaboro masa madre con el siguiente procedimiento Se mezcla 150 gramos de harina de centeno y 75 m de agua y se fermenta 35°C durante 24 horas y observar cuanto se ha elevado la masa luego alimentar la primera masa con 200 gramos² de harina y 150 ml de agua y fermentar a 30°C durante 24 horas la masa aumenta un volumen más.

Nuevamente alimentar la masa con 250 gramos de harina y 156 ml de agua y se fermenta 25 °C durante 24 horas la masa empezó a dar más volumen.

Luego de esta fermentación se alimenta la masa por ultima ves 350 gramos de harina y 200 ml de agua y se fermenta a 25°C durante 8 horas antes de ser utilizado

2.4.5.2. Masa madre biga

Para su preparación se necesita mezclar 175 ml de agua tibia con 7 gr de levadura fresca, añadirlos a los 350gr de harina y amasar, se obtiene una masa suave, la cual la dejamos reposar de 12 a 16 horas y estará lista para ser utilizada. No amasar en exceso los ingredientes para no debilitar el gluten, controlar la temperatura a la que reposa, no debe sobrepasar los 21°C para que la fermentación no se acelere (Genoves, 2013).

2.4.5.3. Masa madre acida

Para preparar esta masa necesitamos de un tiempo estimado de 2 a 3 días, el material necesario será un recipiente hermético o un frasco de cristal con tapa, de hasta 1.5 litros. Los ingredientes que vamos a necesitar son: 100 gr de harina, 60ml de agua tibia, 5 gr de levadura instantánea. Para su elaboración ponemos el agua, la levadura instantánea, la harina en un cuenco y mezclamos. Necesita 24 horas de reposo para obtener un mejor sabor y un buen gluten. 1er día: Luego de 24 horas podemos observar que ha leudado un aprox. de 2 cm. 2do Día En el 2do día podemos observar que ha leudado 3 cm más. El 3er día: Evoluciono aprox. 4 cm y luego de haber estado los 3 días, se redujo aprox. 2 cm (Genoves, 2013).

2.4.6. Parámetros de análisis de la masa madre y nivel de utilización

Los análisis que se debe realizar a la masa madre son las siguientes. A una parte de la masa se le realiza el seguimiento del pH y la acidez cada 24 horas durante 7 días, a la otra parte se le realiza el seguimiento de la evolución del pH y acidez, cada 24 horas, antes y después de los refrescos (Bot B. , 2008).

2.4.6.1. Procedimiento

Para la determinación se utiliza el siguiente procedimiento: Pesar 10 gramos de masa, colocarla en un mortero y agregarle 5 ml de acetona para disgregarla. Luego con 95 ml de agua trasvasar a un vaso de precipitado. Medir el pH y titular la suspensión con hidróxido de sodio 0,05 N hasta pH = 8,3. Esperar 5 minutos y luego agregar hidróxido de sodio 0,05 N para llevar de nuevo a pH = 8,3.

Una vez estabilizada la masa madre se determinaron los ácidos orgánicos que prevalecían en ella. La metodología analítica utilizada para realizar esta determinación, fue la técnica de la AACC Method 04-20. Se analizaron cinco muestras y se encontró en todas ellas la presencia de los ácidos láctico y acético, no se detectó ácido butírico. La relación ácido láctico / ácido acético fue de $2,8 \pm 0,23$.

Para seleccionar los puntos extremos, se realizaron panificaciones con cuatro niveles de masa madre (5, 10, 15 y 20% de reemplazo de masa panaria), y se evaluó como respuesta el puntaje total (Bot B. , 2008).

2.5. El tarwi

Es una leguminosa herbácea erecta de tallos robustos, algo leñoso. Alcanza una altura de 0.8-2.0 m. Se cultiva principalmente entre 2000-3800 msnm. En climas templado-fríos (Aliaga & Quijada, 2013).

Los granos de tarwi son excepcionalmente nutritivos; su proteína es rica en lisina, un aminoácido esencial presente en cantidades limitadas en muchas otras fuentes vegetales. Tiene un alto contenido de grasas que en la mayor parte de su composición posee ácidos grasos beneficiosos para la salud. Con todo ello, el tarwi es una planta cuyas propiedades nutricionales,

en algunos casos, supera a la soya, considerada esta última como la fuente proteínica y oleaginosa más importante a nivel mundial (Suca A. & Suca A., 2015).



Figura 1. Grano de tarwi y forma de producción.

2.5.1. Composición química del tarwi

En la tabla 7 se muestra la composición química del tarwi en gramos.

Tabla 8

Composición química del tarwi

Composición química del tarwi			
Composición	unidades	valores	
Energía	cal	369	
Proteína	g	44,3	
Grasa	g	16,5	
Carbohidratos	g	28,2	
Fibra	g	7,1	
Ceniza	g	3,3	
Humedad	g	7,7	

Nota 1. (FAO, 2003)

2.6. Propiedades físicas consideradas en panificación

Las propiedades físicas son propiedades medibles y observables lo cual definen el estado de un sistema físico, en el área de panificación determina la calidad física de los productos horneados.

Tabla 9*Propiedades físicas consideradas en panadería*

Propiedades físicas	Concepto
Volumen	El volumen es la característica más importante en la calidad panadera y debe mantenerse en condiciones ambientales diversas, lo cual es necesario considerar en el mejoramiento del producto. La medición de volumen en productos horneados se realiza una hora después de la cocción, la medición se puede realizar mediante el volumen de las semillas desplazados por el espacio ocupado por el producto.
Volumen específico	Determina la calidad del pan que es una relación, el volumen específico se puede calcular mediante el cociente entre el volumen neto del pan y su peso.
Densidad	Es la cantidad de materia que tiene un cuerpo que se puede medir en una unidad de volumen. La densidad es masa/volumen, kilogramo por metro cubico.

Nota: (Perez & Arranzola, 2011).

2.6.1. Color

El color es uno de los atributos más importantes de calidad de los alimentos, determina la aceptabilidad de un producto por parte de los consumidores. Los cambios de color ocurren durante el horneado, almacenamiento, maduración, procesado, etc. (Vargas & Rojas, 2016).

Debido a las características del ojo humano y la teoría tricromática, todos los colores que podemos reconocer en una imagen son los colores primarios: R(Red/Rojo), G(Green/Verde), B(Blue/Azul). En esencia, un modelo de color es la especificación de un sistema de coordenadas tridimensional y de un subespacio de este sistema en el que cada color queda representado por un único punto. Entre los espacios de color utilizados más frecuentes para el procesamiento de imágenes se encuentra el RGB, YIQ, CMY, YCbCr y HSI (Vargas & Rojas, 2016). Para distinguir un color de otro son: brillo, tono y saturación. El brillo es la iluminación u oscuridad que se expresa como porcentaje entre 0% (negro) y 100% (blanco). El tono es el color reflejado a través de un objeto, se mide como un ángulo en grados entre 0° y 360°. La saturación (cromaticismo) se refiere a la pureza relativa de la cantidad de luz blanca mezclada con el tono, es decir, fuerza o pureza del color. La saturación representa la cantidad de blanco que existe en proporción al tono y se mide como porcentaje entre 0% (gris) y 100% (saturación completa). Las coordenadas de tono y saturación definen la cromaticidad, entonces un color puede ser caracterizado por su brillo y cromaticidad (Alonso, 2012).

2.6.1.1. Modelo RGB

En el modelo RGB cada color aparece en sus componentes espectrales primarias: rojo, verde y azul. Este modelo está en el sistema de coordenadas cartesianas. El subespacio de color de interés es el tetraedro Figura 4, en el cual los valores RGB están en tres vértices; cian, magenta y amarillo se sitúan en otros tres vértices, el negro corresponde al origen y el blanco se sitúa en el vértice más alejado del origen. En este modelo, la escala de grises ese extiende desde el negro al blanco a lo largo de la diagonal que une esos dos puntos y los colores son puntos dentro del tetraedro definidos por los vectores desde el origen. Por conveniencia, se asume que todos los vectores han sido normalizados, de modo que el tetraedro de la Figura 4 es el tetraedro unitario, es decir, todos los valores de R, G y B están en el rango (0.1). Las imágenes en este modelo se forman por la combinación en diferentes proporciones de cada uno de los colores primarios RGB (Perez, 2014).

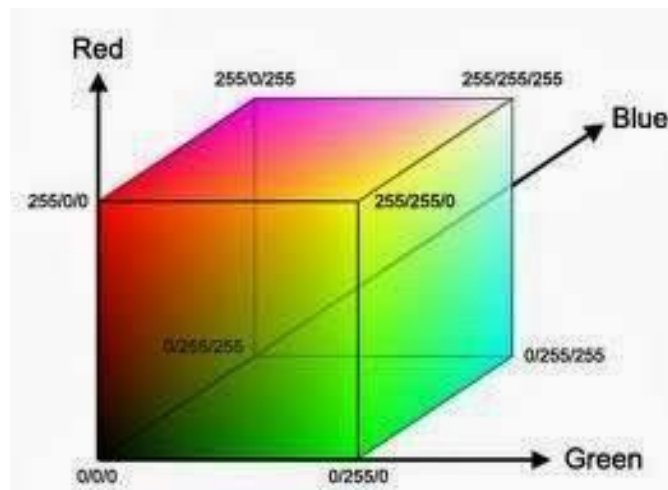


Figura 4. Modelo de RGB.

2.6.1.2. La porosidad

La porosidad es una propiedad física importante en la caracterización de la textura y la calidad de los alimentos de humedad intermedia y seca. Se comprende como la fracción de volumen del aire o la fracción de vacía en la muestra y es expresada como: volumen

vacío/volumen total. Ayuda en la predicción de propiedades de los alimentos. Existen métodos para determinar la porosidad (Rojas, 2016).

El software Imagen J 1.46 es utilizado para analizar los poros y determinar las áreas de los poros que utiliza el contraste entre fases (poros y parte sólida) de la imagen. En primer lugar se adquiere la imagen la que se convierte en escala de grises y por medio de barras de longitudes conocidas, los valores de píxeles se convierten en unidades de distancia, luego por el software son extraídos los poros. La porosidad está basada en la fracción de área y distribución del tamaño del poro basado en el área del pan (Vargas & Rojas, 2016).

2.7. Evaluación sensorial

La selección y entrenamiento de las personas que formaran parte en las pruebas de evaluación sensorial son factores que llevarán en gran parte al éxito y la validez de las pruebas. Es necesario determinar el número de jueces que debe participar, y después hay que seleccionarlos, explicarles en forma adecuada como ha de seleccionar sus evaluaciones y darles entrenamiento adecuado.

2.7.1. Prueba discriminativa

Consta en comparar dos o más muestras de un producto alimenticio en donde el juez indica si hay una diferencia o no en el producto, asimismo se utilizan estas pruebas para describir la diferencia y para evaluar su tamaño.

Estas pruebas discriminativas se dividen en: pruebas de diferenciación y pruebas de sensibilidad (Hernandez, 2015).

2.7.2. prueba de diferenciación

Entre las pruebas de diferenciación las que más se utilizan para comparar entre dos y cinco muestras a la vez son: comparación de pares, prueba de dúo-trío y prueba triangular. Para comparar más de cinco muestras se utilizan pruebas de escalar de control y pruebas de ordenamiento (Hernandez, 2015).

2.7.3. prueba de sensibilidad

Las pruebas de sensibilidad se utilizan para la preparación de panelistas, en el cual se determina la competencia de cada uno de los jueces para el reconocimiento y captación de los cuatro sabores básicos. Estas pruebas se dividen en: prueba de umbral de detección y prueba de umbral de reconocimiento (Hernandez , 2015)

2.7.4. Prueba descriptiva

Permiten conocer las características del producto alimenticio y la petición del consumidor. Mediante las pruebas descriptivas se realizan los cambios necesarios en las formulaciones hasta que el producto contenga los atributos para que el producto tenga mayor aceptación del consumidor. Las pruebas analíticas descriptivas se dividen en: escalas de clasificación por atributos y en pruebas de análisis descriptivo

2.7.5. Prueba afectiva

Las pruebas afectivas, son pruebas en donde el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio, puede ser frente a otro. Se utilizan escalas de calificación de las muestras

2.7.6. pruebas de preferencia

Se emplean para definir el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado por parte del consumidor. Para estas pruebas se requiere de un grupo bastante numeroso de panelistas los cuales no necesariamente tienen que ser entrenados lo cual se dividen en: prueba de preferencia pareada y prueba de preferencia ordenación.

2.7.7. pruebas de satisfacción

Se define para el grado de satisfacción de un producto determinado por parte del panelista o el consumidor. Por tanto, estas pruebas se dividen en: escala hedónica verbal y escala hedónica facial.

2.7.8. Pruebas de aceptación

Permite evaluar además del grado de preferencia, la actitud del juez o catador hacia un producto alimenticio, lo cual se le pregunta al consumidor si estaría dispuesto a adquirirlo y por ende su gusto o disgusto frente al producto catado. Formato 21 y 22 (Hernandez , 2015).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se realizó en el centro de aplicación “Súper Bueno” y en las instalaciones del Centro de Investigación en tecnología de Alimentos (CITAL), de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Académica Profesional de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Peruana Unión, Filial - Juliaca (Km6, salida Arequipa – Juliaca). El análisis fisicoquímico del producto terminado se llevó a cabo en el laboratorio de análisis nutricional de alimentos de la universidad nacional del altiplano UNA – puno, durante el mes junio del 2019.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materia prima

Las materias primas utilizadas para la investigación fueron: Pulpa de tarwi, adquirida del distrito de Ayapata, provincia de Carabaya la cual se encuentra a 326 msnm; harina de centeno, adquirida de la provincia de moho- departamento de puno; harina de trigo, adquirida del mercado santa Juana – Juliaca, proveniente de la provincia de Juli. Los granos de tarwi se molieron en un molino y en seguida se llevó a un tamizado de malla 0.5 mm para lograr una granulometría similar a la harina de trigo y centeno.

3.2.2. Insumos

- Harina de trigo (Marca: Molino)
- Sal Marina (Marca: Blanquita)
- Manteca vegetal
- Azúcar rubia (Marca: Cartavio)
- Mejorador (Marca: Calo)

3.2.3. Reactivos

- Hidróxido de sodio a 0.1 N.
- Indicador de Fenolftaleína 1%

3.2.4. Materiales

- Jarras medidoras capacidad de 2 L
- Bandejas metálicas de acero inoxidable
- Mesa metálica de acero inoxidable
- Cronometro
- Vasos precipitados de 10 ml y 50 ml marca PYREX
- Matraz de Erlenmeyer 100 ml marca PYREX
- Espátula
- Termómetro digital
- Pipetas (Marca: Pyrex, Cantidad: 1 ml)
- Probeta de 250ml. Duran, Germani
- Matraz. Erlenmeyer (Marca: Pyrex, Cantidad: 250 y 1000 ml)
- Probetas (Marca: Normax, Cantidad: 50 y 100 ml).
- Tamizador de malla 0.5 mm
- Pie de rey mm (marca STANLEY digital caliper)

3.2.5. Equipos

- Horno eléctrico (Marca Blinder, rango 0-250)
- Divisora manual (braesi)
- Camará fermentadora (Marca: VENANCIO, potencia de 1000w y frecuencia de 60 Hz.)
- Balanza analítica, con sensibilidad de 0.1mg
- Amasadora de brazos (Marca: BRAESI modelo ALI – 25/1)
- Balanza gramera (Marca: Scout-pro, Modelo: Scout pro SP6000, Capacidad: 25 kg)

- Sistema de procesamiento de imagen
- Cámara fotográfica (Marca: Cannon)

3.3. Metodologías

3.3.1. Procedimiento para la elaboración de una masa madre

Para la elaboración de masa madre se utilizó la metodología de Renteria , (2009)

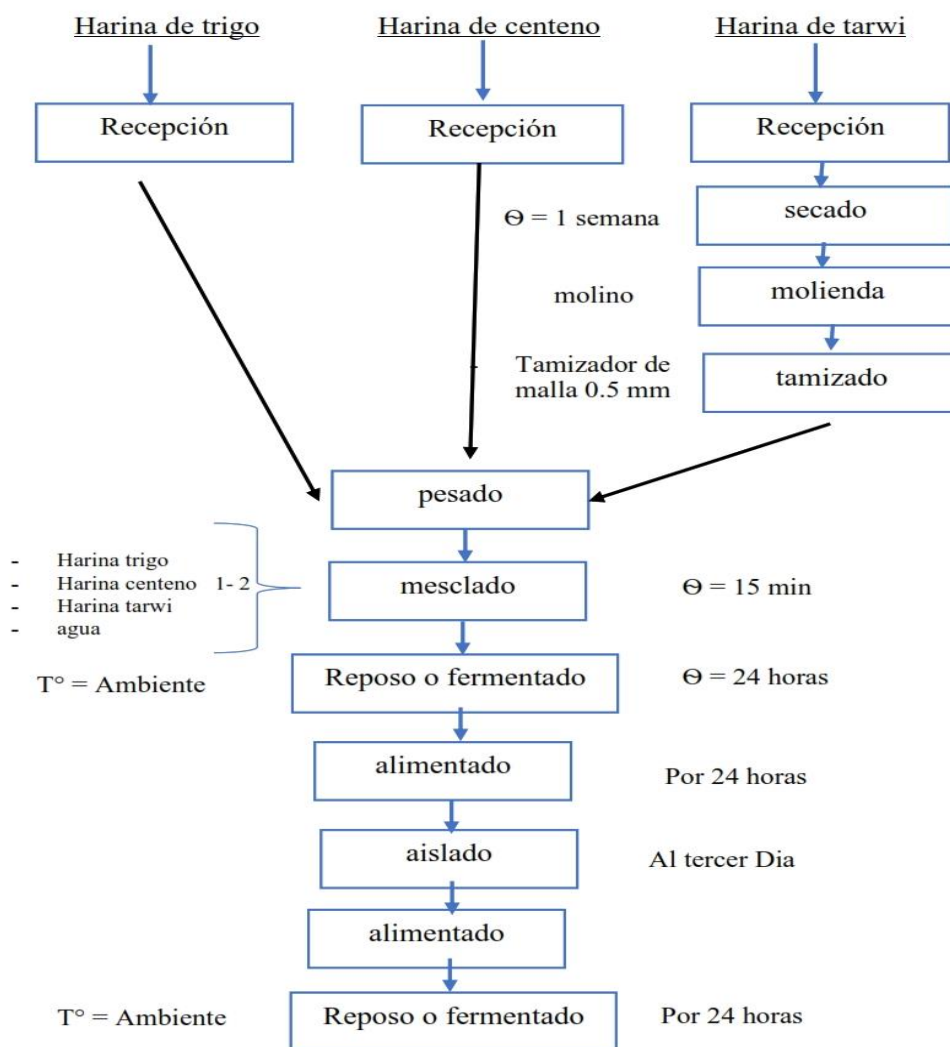


Figura 2. flujograma para la elaboración de masa madre

La masa se elaboró 1 en 2, con una fermentación a temperatura ambiente durante 24 horas para luego alimentar; la primera masa se empezó con 25 gramos de harina y 50 ml de agua destilada, fermentada a temperatura ambiente durante 24 horas la masa aumenta un volumen más.

Nuevamente alimentar la masa con 50 gramos de harina y 100 ml de agua y se fermenta a temperatura ambiente a 24 horas la masa se ha elevado unos centímetros más y seguimos alimentando la masa con el mismo procedimiento después del tercer día se fue quitando masa para seguir alimentando con los mismos gramos, se realizó la alimentación por 2 semanas todas cada 24 horas.

3.3.2. Evaluar las condiciones de pH y acidez de la masa madre (AOAC 945.42)

El método a utilizar será el establecido por la AOAC 981.12/90. Se extrajeran 10 g de muestra de masa madre y se diluyeran con 100 mL de agua destilada uno en 10, se agita y dejar sedimentar por 10 min, finalmente se mide la alícuota directamente con el potenciómetro (precisión 0.01), la medición se realiza por triplicado.

La acidez se realizó por el método volumétrico/titulación 16.023 establecido por la AOAC 1984. Se extrajo 10 g de muestra se diluyo con 100 ml de agua destilada, se agito. Se filtro el contenido, se agrega 3 gotas del indicador fenolftaleína, y se titula con NaOH 0.1 N. La medición se realizó por triplicado, y el gasto se anotó para calcular la acidez expresada en ácido láctico (Bernal & Padilla , 2014).

$$\%Ac\ lactico = \frac{gasto \times N \times Fe}{muestra} \times 100$$

Donde:

N: normalidad de la solución de Hidróxido de sódio 0.1N

Fe: Equivalente del ácido láctico

3.3.3. Elaboración de pan con masa madre

Para la elaboración de pan francés se utilizará la metodología de (Genoves, 2013)

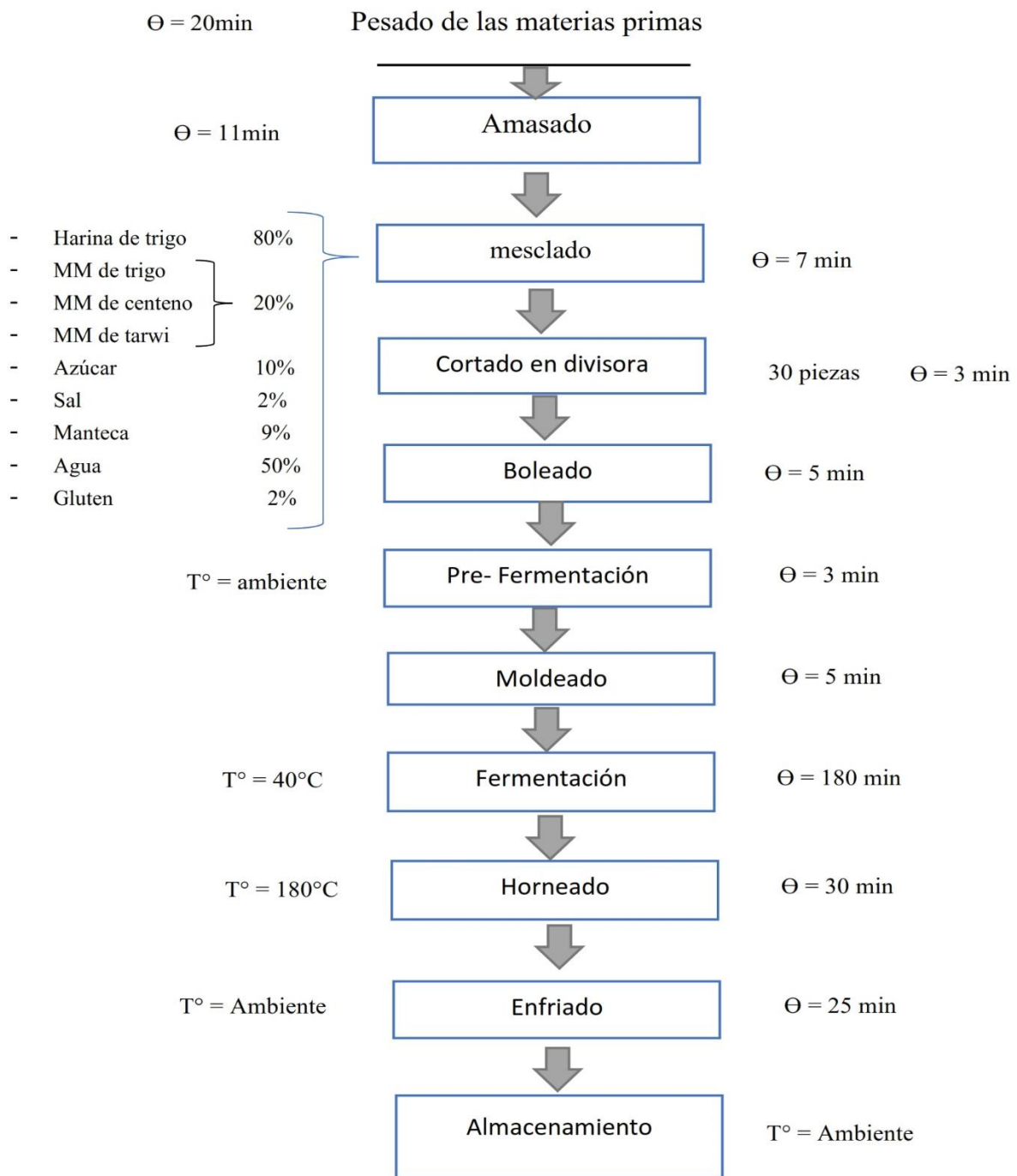


Figura 3. Flujograma para la elaboración de pan con masa madre

3.3.3.1. Descripción del flujograma

- Pesado de la materia prima

Se pesará en función del porcentaje panadero, las distintas cantidades para proceder a elaborar la masa.

- Amasado

En esta etapa se mezcló en la maquina todos los ingredientes ya pesados primeramente se le agrega las materias secas como la harina, mejorador, masa madre y manteca luego de dos minutos agregar el agua y al final se le agrega la sal.

El amasado tiene dos finalidades Mezclar forma homogénea las harinas, agua, sal, masa madre y mejoradores y Trabajar está mezcla a fin. de airearla y hacerla flexible y elástica

- Dosificación

La dosificación se realiza después del amasado pesar la masa para poner a la divisora

- Cortado en divisora

Su objetivo es dar a las piezas el peso justo con una divisora manual. Por 5 min

- Boleado

Después de dividir la masa en 30 piezas se empieza a darle una forma esférica, lo cual se realiza por un tiempo todo el proceso de boleado.

- Pre-fermentado

La pre-Fermentación o reposo se realizó después del boleado, se ejecuta durante 3 min para lo cual llegar al moldeado.

- Moldeado

El moldeado se realizó durante un tiempo después del reposo o pre-Fermentación de la masa, se realiza aplanando, las masas.

- Fermentación

Se llevó a la cámara de Fermentación por un espacio de 180 minutos a 40°C. La Fermentación es como la etapa de acondicionamiento de la masa en la cual desarrolla su sabor y olor agradable, se produce y retienen gran cantidad de gas y es apta para obtener de ella un producto altamente digerible

Consiste básicamente en una fermentación alcohólica llevada a cabo por levaduras que transforman los azúcares fermentables en etanol, CO₂ y algunos productos secundarios. En el caso de utilizar levadura de masa se producen en menor medida otras fermentaciones llevadas a cabo por bacterias. Los objetivos de la fermentación son la formación de CO₂, para que al ser retenido por la masa ésta se esponje, y mejorar el sabor del pan como consecuencia de las transformaciones que sufren los componentes de la harina. Esto, hace que la masa aumente el volumen.

- **Horneado**

Luego de la Fermentación se llevó las latas de los panes al horno a una temperatura de 180°C por 50 minutos.

Esta etapa es importante porque en ella se completan las reacciones químicas que se iniciaron en la fermentación. Estas reacciones se deben suceder bajo control de las siguientes condiciones cantidad de calor, humedad y tiempo de horneado. mediante el horneado la masa se transforma

- **Enfriado**

Después de su salida del horno, el pan libera la humedad, madurando su textura y sabor. Por un tiempo de 25 minutos a temperatura ambiente para luego llevarlos al almacenado.

- **Almacenado**

Después del enfriado se lleva al almacenado

3.3.4. Métodos de análisis

3.3.4.1. Análisis físico en el pan con masa madre

- **Determinación de porosidad por el procedimiento de imagen J**

Para determinar la porosidad de los panes con diferentes tipos de masa madre se cortó un (área de aprox.), rebanada, para ello se realizó la adaptación de un equipo presentado y

mejorado por Rojas, (2016) donde se realizó la adquisición de las imágenes Figura 4, el equipo utilizado consistió de una cabina oscura sin interferencia de luz exterior, con iluminación óptima, mediante el uso de luz tipo LED (30 watts) de igual proporción que produzca una iluminación uniforme. Con un orificio circular en la parte superior de la cabina para que ingrese la cámara, en la base de color negro se colocó la muestra de tajadas de pan.

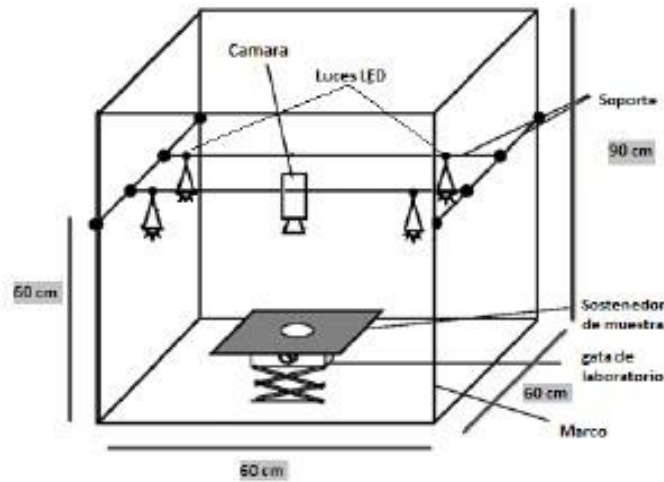


Figura 1. Sistema de procesamiento de imagen

Se logró imágenes digitales de cada muestra con una cámara fotográfica digital (Sony HDR-PJ30) que cuenta con longitud focal de 27.4mm. las imágenes se almacenaron en formato JPG 2304X3456 pixeles. El ángulo de captura fue de 0° y distancia de captura de 25 cm. Las imágenes se estudiaron de acuerdo al procedimiento presentado por Abràmoff, Magalhães, & Ram, (2004).

- **Determinación de color**

Se evaluó el color en el pan usando imágenes en formato JPG para llevarlo al programa Imagen J para adquirir los valores RGB y determinándose los valores L*, a* y b*, para llevar los datos numéricos al sistema CIELab según Mandal , (2017). Se realizaron 5 cálculos de color en diferentes partes de cada tratamiento de la parte interna de la miga.

3.3.4.2. Análisis proximal en el pan con masa madre

Para realizar el análisis proximal se utilizó las siguientes metodologías que se encuentra en la tabla 10.

Tabla 10.

Metodologías utilizadas para la obtención de análisis proximales

Requisitos	Método
Materia seca (%)	AOAC (1990).
Humedad (%)	
Ceniza (%)	
Proteína (%)	
Grasa (%)	
Fibra (%)	
Carbohidrato (%)	
Kcal/100g	
Textura kg/cm³	

Nota: laboratorio de evaluación nutricional de alimentos, escuela profesional de ingeniería agroindustrial - puno.

3.3.4.3. Análisis sensorial

Para el estudio sensorial se realizó pruebas escalares descriptivas cuantificando las diferencias sensoriales en las muestras de Hernández, (2012). Se realizó con un grupo de jueces entrenados de varones y mujeres de la E.P. de Ingeniería de Alimentos de la universidad Peruana Unión. A los cuales se les proporciono la encuesta que se observa en el anexo G, se considerara las características organolépticas como: color, olor, sabor y textura del pan francés.

3.3.4.4. Diseño estadístico

Todos los datos se evaluaron preliminarmente para demostrar la normalidad y homogeneidad aplicando la prueba de Shapiro Will para medir la distribución normal de los datos y el test de Levene para medir la homogeneidad de varianzas para verificar si cumplen los supuestos estadísticamente significativos ($p < 0.05$) entre las muestras. Luego se realizó análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre los datos y finalmente se ejecutó la comparación de medias de la prueba de Tukey para determinar diferencias entre las medias y determinar el mejor tratamiento. Todos los análisis estadísticos se lograron utilizando el software Minitab Versión 18.0.

Tabla 11. *Diseño de bloques completamente aleatorio (DBCA)*

Niveles de sustitución % MM	MM trigo	MM centeno	MM tarwi
20	T1	T2	T3
30	T4	T5	T6
40	T7	T8	T9

Nota. T: Tratamiento

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.4. Análisis fisicoquímico

En la figura 4 y 5 se muestra los resultados de pH y acidez titulable en los tres tipos de masa madre antes de la elaboración del pan. El análisis fisicoquímico obtuvo rangos de 5.00 a 4.1 de pH y 0.03 a 0.19 en % acidez en masa madre de centeno, de 6.00 a 3.4 de pH y 0.01 a 0.15 en % de acidez en masa madre de trigo y 6.8 a 4.2 de pH y 0.06 a 0.22 en masa madre de tarwi cada 24 horas.

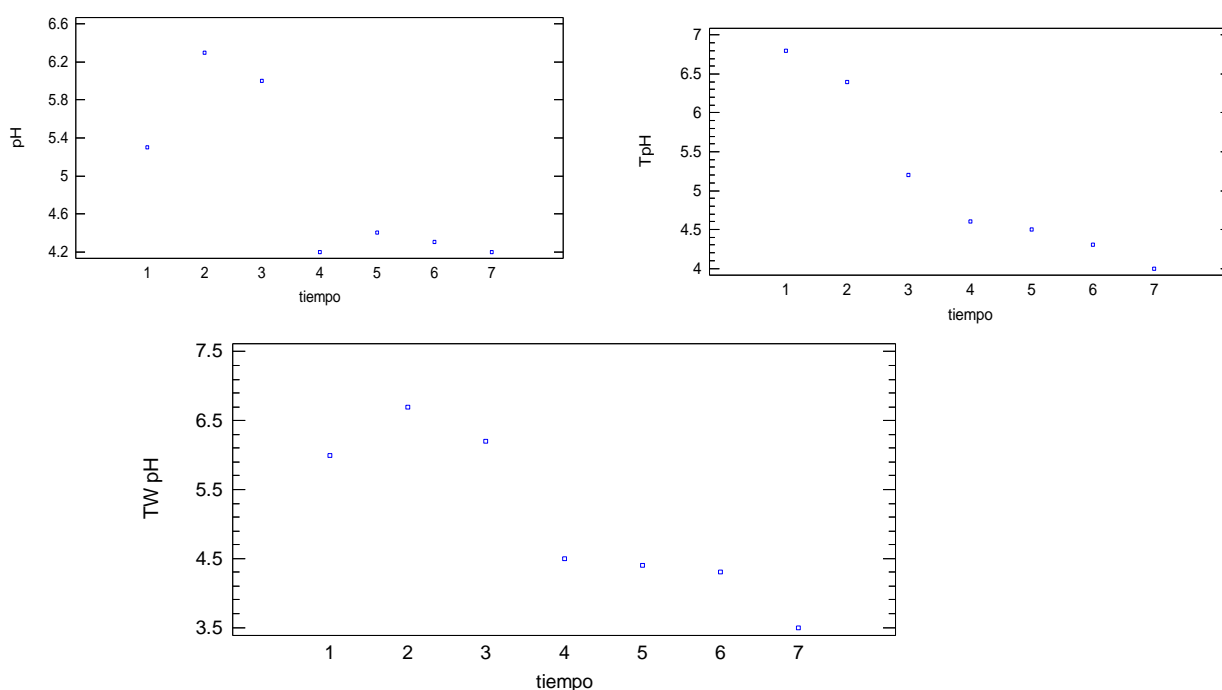


Figura 4. Muestra los resultados obtenidos en la medición de Ph en las masas madres en 7 días

Hay una disminución importante en el pH después del día 3 en las tres muestras. Por otro lado, debemos señalar que desde el día 6 comenzamos a detectar un olor ácido.

Estudios realizados por Puma & Nuñez ,(2018) la acidez titulable siguió una tendencia inversa a la variación de Ph en las masas, lo cual en el trabajo se observa que el pH en cuanto a las diferentes masas madre va disminuyendo.

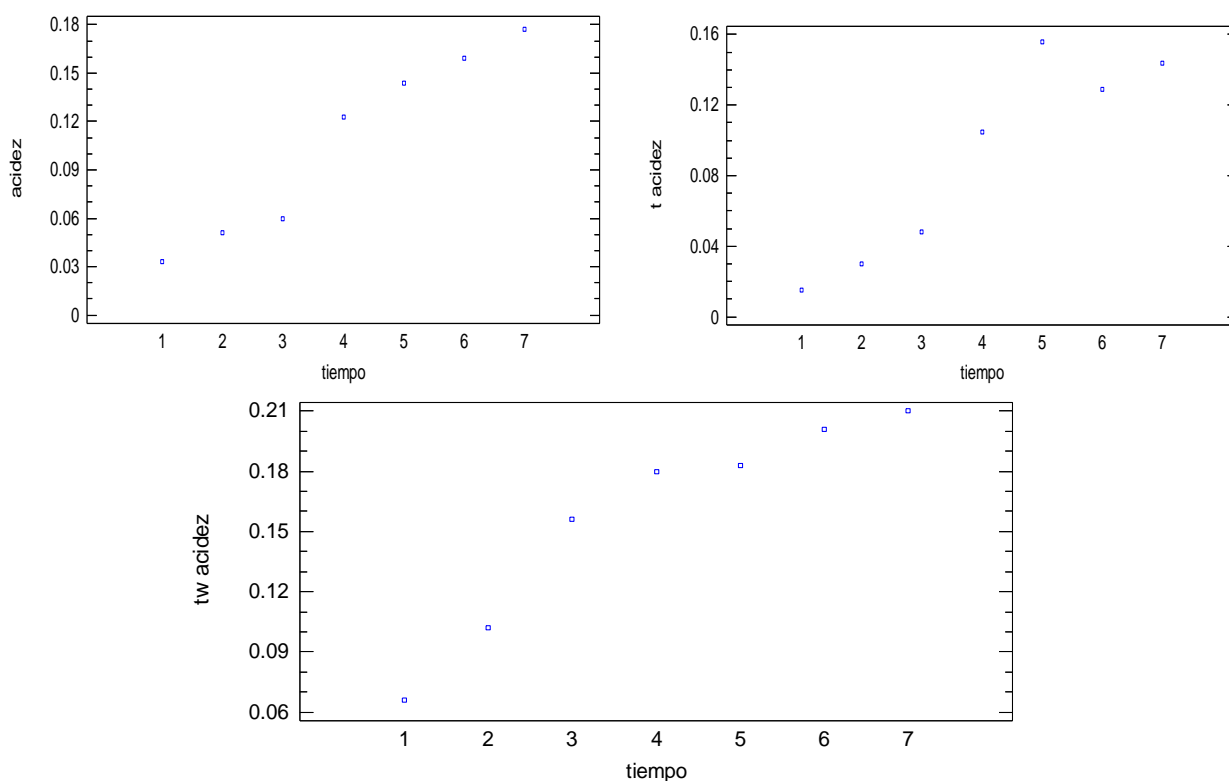


Figura 5. Muestra los resultados obtenidos en la medición de Acidez tt en las masas madres en 7 días

la acidez titulable va aumentando en cuanto a los días de fermentación.

Comparando los resultados obtenidos en esta investigación, respecto a los autores encontrados en la bibliografía Cova & Vasquez, (2017), determinaron los valores fisicoquímicos de la masa madre en donde obtuvo 6.6 a 3.8 de pH y 0.22 a 1.30 % de acidez en masas madres de diferentes harinas trigo y centeno, estos valores se encuentran dentro del rango de los siguientes autores Vegas, Iris, & Perez, (2017), Mientras que Bot, Sanchez, De La Torre, & Osella, (2014) quienes indican que también el pH en la masa madre va disminuyendo y la acidez aumenta mientras pasa los días de fermentación. Los valores de acidez están debajo del nivel máximo permitido de 0.70% establecido por Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Norma Sanitaria para la Fabricación (2011)

El ambiente ácido de las masas favorece a la formación del gluten y a lograr una masa más extensible, así como retrasa el desarrollo de microorganismo (Gloria & Joaquin, 2010)

3.5. Evaluación sensorial del pan

En la figura 6 se observa los resultados de los 9 tratamientos con su 8 atributos, se realizó la prueba de escalas descriptivas para cada atributo y para cada tratamiento donde se encontró que en la prueba de pan elaborado con masa madre de centeno con sustitución de 20%, 30% y 40% se realizó el análisis sensorial para todas las muestras lo cual se obtuvo que la textura de la corteza estuvo agradable con sustitución de 40% de masa madre en cuanto al sabor con sustitución de 20% fue más agradable, en cuanto al olor estuvieron casi en el mismo rango con las tres sustituciones ordenada por los jueces.

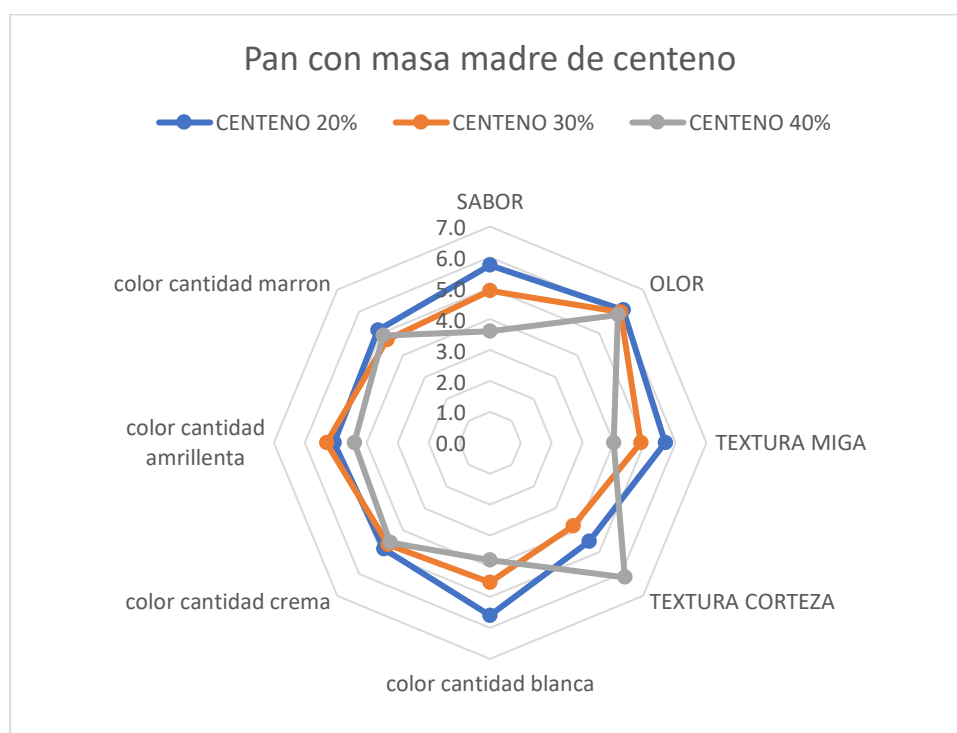


Figura 6. Evaluación sensorial para el pan con masa madre de centeno

En la figura 6 se observa los puntajes de la evaluación sensorial en cuanto al pan elaborado con masa madre de trigo con sustitución de 20%, 30% y 40% se efectuó el análisis sensorial para todas las muestras lo cual se obtuvo; la textura de la miga estuvo agradable con sustitución de 40% de masa madre en cuanto al sabor con sustitución de 20% fue más agradable; en cuanto al olor estuvieron casi en el mismo rango con las tres porcentajes y el color más agradable se obtuvo con sustitución de masa madre de 20% ordenada por los jueces.

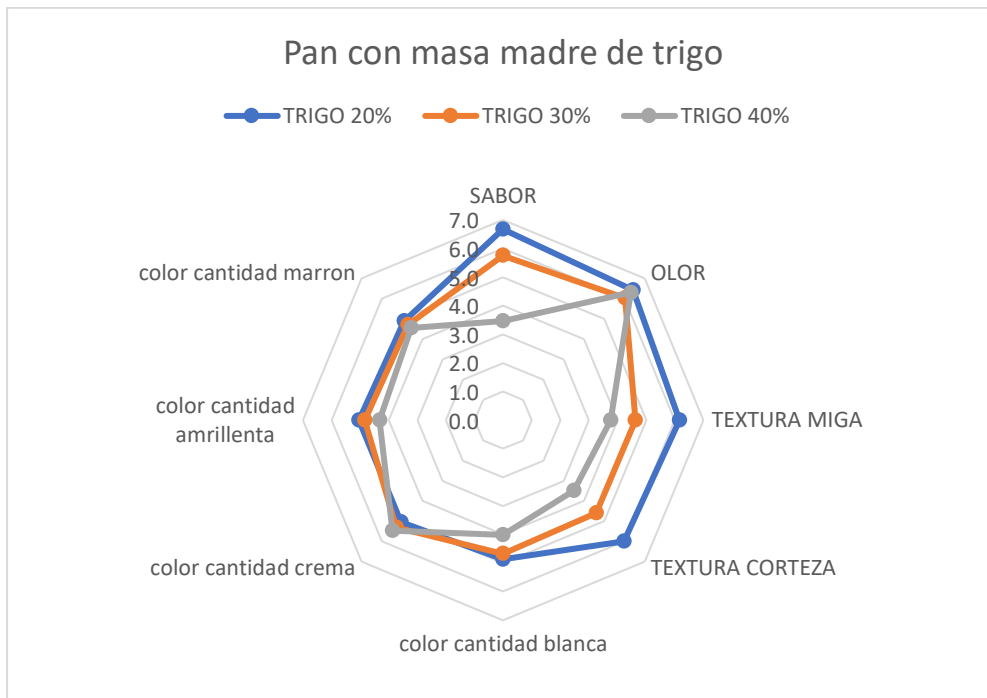


Figura 7. Evaluación sensorial para el pan con masa madre de trigo

En la figura 7 se observa los puntajes de la evaluación sensorial en cuanto al pan elaborado con masa madre de tarwi con sustitución de 20%, 30% y 40% se efectuó el análisis sensorial para todas las muestras el cual se obtuvo que la textura de la miga fue más agradable con sustitución de 40% de masa madre en cuanto al sabor con sustitución de 20% fue más agradable; en cuanto al olor estuvieron cerca del mismo rango con las tres porcentajes y el color más agradable se obtuvo con sustitución de masa madre de 20% ordenada por los jueces.

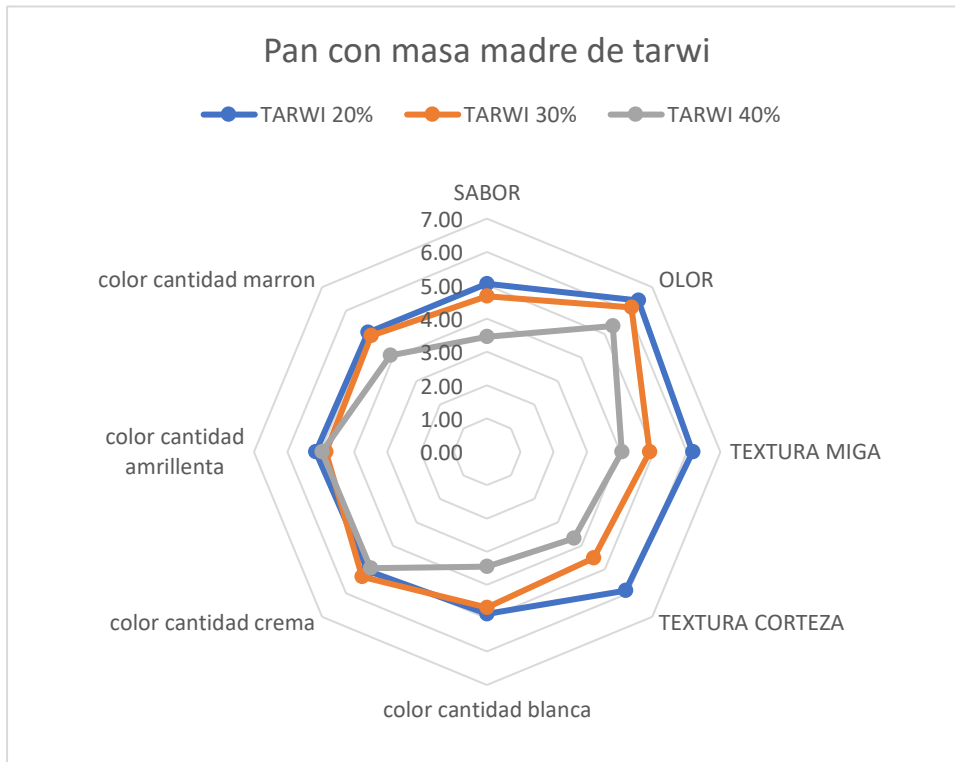


Figura 8. Evaluación sensorial para el pan con masa madre de tarwi

En cuanto a la comparación de las tres masas madre de acuerdo con los valores tomados la masa madre de trigo y centeno tuvieron más aceptación en cuanto al sabor olor textura y color en el pan francés en cuanto a la masa madre con tarwi tuvo menor aceptación en cuanto las características organolépticas esto se debe a que el tarwi no es tan consumido y tiene un sabor diferente A los demás ya que el trigo y centeno son comerciales y consumidos en panificación.

Las masas madres para el atributo “sabor con masa madre” se obtuvo valores más altos con 20% y 30% de masa madre y los valores más bajo fue con 40% de masa madre con centeno, esto se debe a que estos dos tratamientos tuvieron menor cantidad de masa madre que influyeron en el sabor de las masas madre. Las muestras de masa madre para el atributo “olor” se presentaron similitud en los nueve tratamientos, esto se debe a que en las nueve formulaciones se puso la misma cantidad de ingredientes a excepción de la masa madre. Respecto para el atributo “textura de la miga” el pan con 20% de masa madre obtuvo un valor más alto y los valores más bajos fueron pan con 40% de masa madre, esto se debe a menor incorporación de la masa madre ya que tuvo mejor fermentación, a comparación del pan con 40 % de masa madre, indicando menor textura en la miga. Los panes con 40% y 20% de masa madre obtuvieron valores más altos en el atributo “textura de la corteza”, mientras que el pan con 30% de masa madre mostraron valores bajos y a la vez presentan una similitud. Respecto al atributo

“color cantidad crema” se presentó similitud en los nueve tratamientos. En cuanto al atributo “color cantidad blanca” el pan con 20% y 30% de masa madre obtuvieron valores más altos, indicando una similitud, mientras que el pan con 40% de masa madre obtuvo un valor bajo. En el atributo “color cantidad amarillenta” el pan con 20%, 30% y 40% con masa madre tanto de centeno, trigo y tarwi indicaron similitud en el atributo. En cuanto al atributo “color cantidad marrón” el pan con 20% de masa madre obtuvo el valor más alto y el pan con 30% y 20 obtuvieron un valor intermedio con una similitud.

Comparando los resultados obtenidos con un pan francés normal al reporte de Garcia Cisneros, (2018) quien obtuvo un resultado en cuanto al olor en un pan frances 6.83 de promedio lo cual se tiene un valor agradable, en cuanto al color obtuvo un 7.5 lo que se ve que se asemeja los resultados obtenidos en nuestro trabajo, el color de la miga tiende hacer mas oscuro, no hay mucha diferencia, en cuanto al sabor se tubo un valor de 7.4 lo cual comparando con nuestro trabajo al agregar masa madre a pan frances el sabor tiende a cambiar.

3.6. Evaluación física y proximal del producto terminado

3.6.1. Efecto de porosidad en el pan con masa madre

Dichos resultados se muestran en la Tabla 12, presentando la cantidad de poros obteniendo rangos 28.29 a 56.90x10³ masa madre con centeno y valores de 37.12 a 43.12 x10³ masa madre con trigo y en un área de masa madre de tarwi de 375.81 cm² en efecto no muestra diferencia significativa ($p < 0.05$) los porcentajes agregados de masa madre no afecta en la cantidad de poros; luego un área total de poros de 10.34 a 31.48 mm² masa madre de centeno y valores de 32.09 a 43.37 mm² masa madre trigo; seguido por fracción por área de los poros de 6.58 a 19.59 % masa madre tarwi y valores de 19.63 a 27.77 % masa madre de trigo y por ultimo tamaño promedio de los poros de 0.05 a 0.24 mm²,asa madre tarwi y valores de 0.21 a 0.24 mm² masa madre centeno en un área de corte de pan con masa madre centeno de 1.55 cm²,la masa madre de trigo dio mayor tamaño de poros evidenciando el efecto de los porcentajes de masa madre agregado en la estructura alveolar de la miga de la masa madre donde son estadísticamente significativos.

Tabla 12

Resultado del análisis obtenido del software Imagen J para la porosidad

Método	Niveles de sustitución (%)	de MS	Cantidad de	Área total de	Fración por	Tamaño prom.
			poros 4.89 X 2.90 cm ²	los poros mm	área de los poros %	de los poros mm ²
CENTENO	20		198±77.9	0.98±0.454	6.94±3.20	0.005±0.001
	30		203±99.8	1.71±1.056	11.94±7.38	0.008±0.004
	40		224±59.4	1.424±0.80	10.03±5.63	0.006±0.003
TRIGO	20		170±30.6	1.54±0.72	10.91±5.07	0.009±0.004
	30		213±92.5	1.10±0.87	7.72±6.09	0.005±0.002
	40		366±17.2	3.76±0.49	17.14±5.97	0.009±0.003
TARWI	20		186±10.4	1.51±0.77	10.57±5.38	0.008±0.003
	30		195±16.7	1.51±0.78	10.57±5.39	0.006±0.002
	40		208±64.8	2.18±1.15	15.34±8.10	0.010±0.003

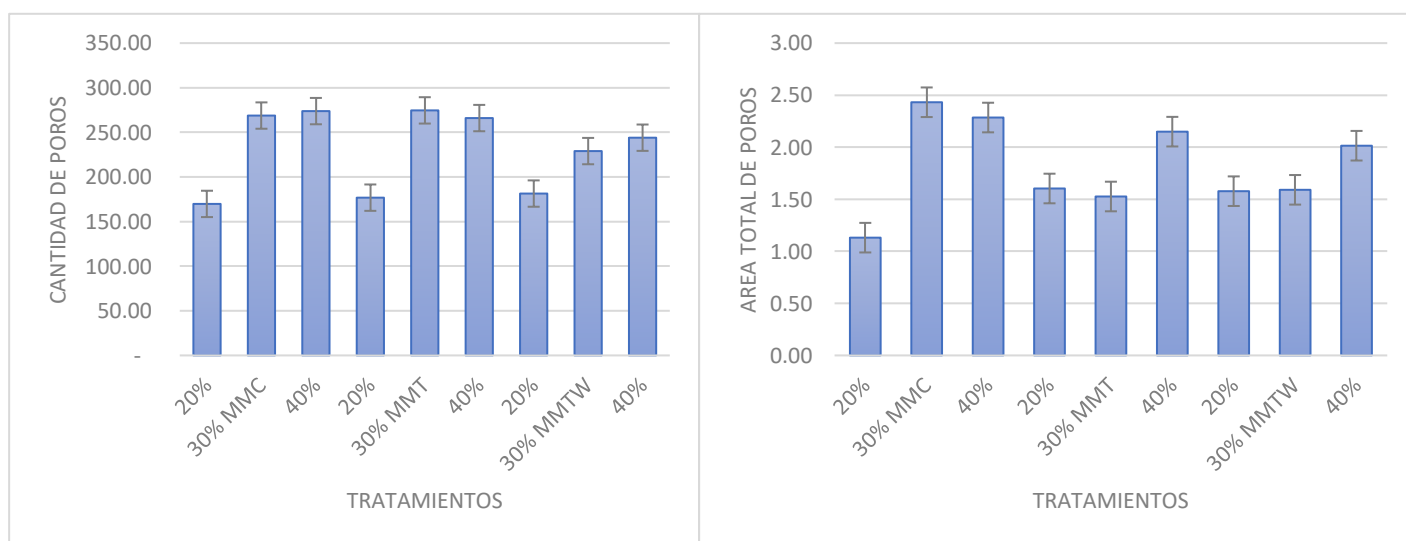


figura 9. Análisis obtenido en cuanto a la porosidad, cantidad de poros y área total de poros por el porcentaje de masa madre agregado y tipo de harina.

Tabla 13. Prueba de shapiro - wilk , Prueba de Levene y (ANOVA) análisis de varianza para las variables respuestas del pan francés con masa madre

Descripción	Normalidad	Igualdad de varianza	ANOVA valor P (%)
	Riyan Joiner(shapiro will)	Prueba de Levene	
Total, poros	0.100	0.135	0.0467
Área total	0.090	0.118	0.0353
Fracción área de los poros	0.100	0.510	0.1988
Tamaño promedio de los poros	0.050	0.980	0.5807

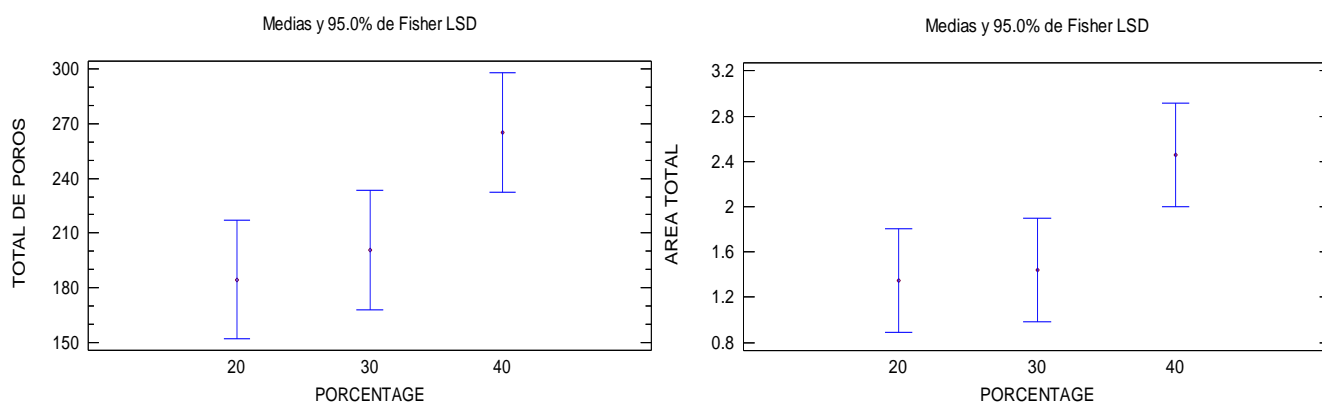


Figura 10. Análisis de varianza para las variables respuestas total de poros y área total de poros en el pan francés con masa madre

En análisis estadístico en la porosidad de masas madres cumplen los supuestos de normalidad para porosidad aprobando que el conjunto de datos procede de una distribución normal menos para tamaño promedio de poros ($p=0.03 < 0.05$) y una homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) entonces no podemos afirmar que las varianzas son distintas es decir cumple los supuestos de homogeneidad de varianzas. El análisis de varianza (ANOVA) cantidad de poros por otro lado, los demás parámetros de porosidad si hubo significancia por los niveles de sustitución de masa madre de centeno, tarwi y trigo. La prueba de Tukey indica que la mejor prueba es el pan masa madre con sustitución de 40% en cuanto al tarwi, centeno y trigo; para cantidad de poros el mejor tratamiento es con 40 % sustitución masa madre de trigo , centeno y tarwi, siendo todos significativos por sus medias, para área total y fracción por área, el pan

con 40 % de masa madre y los tratamientos con masa madre de 30% son significativos porque no comparten una letra en común y para tamaño promedio de poros los más significativos son con 40% masa madre de tarwi, centeno y trigo.

Después del producto terminado se forma una fase dispersa (aire) formándose la estructura conocida como miga. Para la cantidad de poros de acuerdo con Cruz, Álvarez, Espino, & Güemes, (2018) en un 1 cm² de área obtuvo un número de celdas en pan con masa madre de trigo con un área total de 0.007 y en un pan con masa madre convencional una cantidad de 1266 de poros con un área total de 0.002 asimismo Francesca et al. (2019) En un estudio de pan común realizó la porosidad en un área de 1cm² de rebanada obtuvo un número de 160 de presencia de burbujas. Comparando con la literatura nuestros datos se asemejan al estudio hecho por (Francesca et al., 2019) en tanto la diferencia con otras investigaciones puede deberse a la formulación utilizada ya que en esta investigación se utiliza diferentes ingredientes como las masas madres agregadas.

Según Güemes, Totosaus, Hernandez, Soto, & Aquino, (2009) las medidas del tamaño de alveolo en la estructura de la miga es una cualidad de calidad en masas horneadas. De acuerdo con Francesca et al. (2019) en panes de control alcanzo un valor de 2.28 mm² de tamaño promedio de poro y Cruz et al., (2018) en el pan francés estandariza un tamaño de celda de 0.83 mm²; el autor asume que a mayor cantidad de alveolos con un área menor a 1 mm² de tamaño de alveolo indica calidad alveolar por presentar alveolo cerrado y uniforme lo que otorga flexibilidad y manejo sin rupturas ni desmoronamiento y además una menor permeabilidad a los demás parámetros de textura. Así mismo menciona que a 2.90 mm² muestra < cantidad de alveolos y migas muy abiertas lo que exterioriza una baja calidad alveolar. La maduración de la masa es indispensable para las enzimas amilasas y proteasas fortaleciendo las hebras de gluten ayudando a retener mejor CO₂.

3.6.2. Efecto en los porcentajes en la masa madre en el pan en el color

El color es un parámetro crítico en los alimentos que determinan su calidad, por lo tanto, determina la aceptabilidad del producto por los consumidores (Avila , 2017).

En cuanto a las mediciones de color se presenta en la Tabla 20, los resultados del color en miga del pan con masa madre por los niveles de sustitución con masa madre en la variación del color, en valores L*, a* y b*. Los valores para luminosidad de pan con masa madre de centeno

para el parámetro L* sus valores demuestran que el color de la miga es claro, los valores de cromaticidad de a* en 40 y 30% de masa madre tienen tendencia a color primario verde y 20% de masa madre muestra tendencia a color rojo. En tanto para el agregado masa madre de trigo L* sus valores demuestran que el color de la miga es claro, los valores de cromaticidad de a* tienen tendencia a verde y b* tendencia a color amarillo. Los porcentajes de masas madre influyeron en el color más los niveles de sustitución.

Tabla 14.

Parámetros de los valores L, a* y b* para el color*

MM	Niveles de sustitución MM (%)	Color (miga interior)		
		L*	a*	b*
centeno	20	64.60±1.70	2.29±1.38	14.99±0.54
	30	62.60±0.85	1.11±0.43	10.23±0.76
	40	62.25±2.91	1.04±0.32	11.42±2.40
trigo	20	62.44±3.37	1.18±0.39	10.02±1.44
	30	63.32±1.49	2.32±0.23	17.12±1.10
	40	63.45±1.44	1.91±0.33	10.59±0.64
tarwi	20	63.30±3.43	0.34±0.99	6.56±1.27
	30	63.11±1.41	1.43±0.17	13.60±1.12
	40	63.79±0.95	1.82±0.05	13.43±0.99

Nota: Los valores son medias de tres réplicas ± desviación estándar; y MM: masa madre

En la tabla 15, se muestra los resultados de los tratamientos, lo cual se determinó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, Levene y (ANOVA) análisis de varianza para los variables de respuesta del pan francés.

Tabla 15. Prueba de shapiro - wilk, Prueba de Levene y (ANOVA) análisis de varianza para las variables respuestas del pan francés con masa madre

Descripción	Normalidad	Igualdad de varianza	ANOVA
	Valor P	Prueba de Levene	Valor P
L*	0.020	0.491	0.957
a*	0.080	0.219	0.014
b*	0.100	0.122	0.011

En análisis estadístico en el color cumple el supuesto de normalidad y análisis de varianza salvo para el parámetro a* ($p=0.080>0.05$) y b* ($p=0.100>0.05$) y en cuanto al análisis de varianza no cumple para el parámetro L* ($p = 0.954 > 0.05$), probando que el conjunto de datos no procede de una distribución normal y cumple los supuestos de homocedasticidad para todos los parámetros de color es decir cumple los supuestos de homogeneidad de varianzas.

Los resultados de color de la miga de las masas madres se presentan en la Tabla 14, estos resultados se encontraron entre un rango de $L^*= 62.25$ a 64.60 , $a^* = 0.24$ a 2.32 y $b^* = 06.56$ a 17.12 , lo cual muestra que la mejor condición para obtener una luminosidad (L^*) más clara es cuando se trabaja con un porcentaje de 20 y 30% con las diferentes masas madres agregadas, y para el parámetro (a^*) muestra que la mejor condición para obtener los valor del parámetro a^* es cuando se trabaja con un porcentaje de 40 y 30 % en un promedio de todas las masas madres agregadas, para el parámetro (b^*) muestra que la mejor condición para obtener los valores del b^* es cuando se trabaja con un porcentaje de agregado de masa madre es de 40 y 20% en un promedio en cuanto a los resultados obtenidos.

El análisis de normalidad (valor p) fue significativo para los valores L^* de luminosidad en cuanto al porcentaje menos en cuanto a las harinas agregadas, en cuanto al análisis de varianza (ANOVA) fue significativo para los parámetros de a^* y b^* en cuanto a porcentajes agregados de masa madre menos en el agredo en cuanto a las harinas (ver anexo E). Los resultados de esta investigación fueron similares al reporte de Abedfar & Sadeghi, (2019) quienes obtuvieron para los parámetros de color en cuanto al análisis de varianza una significancia para todos los

parámetros ($p = 0.00156 < 0.005$), mientras A., Perez , & Arrazola G, (2011) quien trabajo con sustituciones de harina de quinua en masas de pan fundamenta que los valores de L^* disminuye con la sustitución y los parámetros a^* y b^* aumentan, entonces estos valores señalan un oscurecimiento acentuado de la miga de la mezcla.

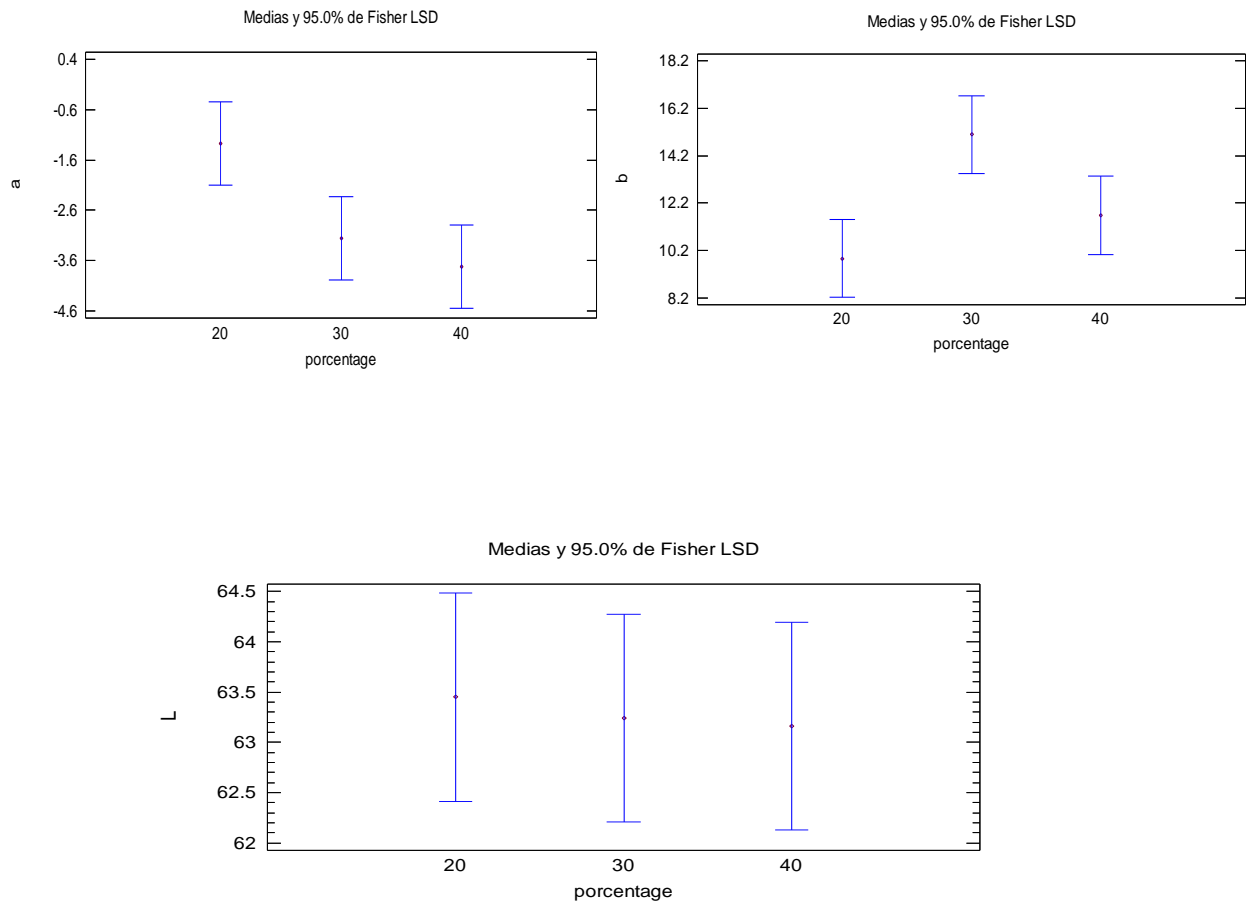


Figura 11. Análisis de varianza en cuanto al color y porcentaje (L^* , a^* y b^*) en el pan francés con masa madre.

3.6.3. Análisis proximal

En la tabla 16 se aprecia los resultados obtenidos para el análisis proximal en el producto terminado pan con diferentes porcentajes (20, 30 y 40%) de masa madre (trigo, centeno y tarwi).

Tabla 16*propiedades fisicoquímicas de pan con elaborado con masa madre con todas las sustituciones*

<i>Resultados del análisis proximal</i>											
	cantidad	%					%		Energía	%	
	MM %	materia seca	Humedad	% Ceniza	% Proteína	% Grasa	% Fibra	Carbohidrato	Kcal/100g	Textura (Kg/cm ³)	
centeno	20	78.44±0.014	17.54±0.00	0.18±0.014	6.49±0.085	7.37±0.007	2.40±0.014	38.73±0.092	237.32±0.049	18.41±0.035	
	30	76.42±0.04	20.61±0.05	0.19±0.01	7.65±0.01	8.24±0.02	2.82±0.06	41.7±0.10	226.51±0.01	20.45±0.00	
	40	74.40±0.20	25.52±0.085	0.22±0.021	9.54±0.007	8.72±0.007	3.16±0.028	52.75±0.17	328±0.014	23.53±0.035	
tarwi	20	72.25±0.03	22.17±0.04	0.52±0.01	9.15±0.00	8.36±0.00	2.22±0.06	30.59±0.02	175.96±0.05	18.28±0.03	
	30	67.66±0.04	26.38±0.04	0.54±0.00	10.20±0.00	8.86±0.16	2.64±0.00	32.66±0.04	198.89±0.01	20.35±0.01	
	40	65.80±0.09	34.06±0.11	0.74±0.03	11.04±0.02	9.81±0.09	3.14±0.03	42.67±0.05	295.93±0.08	23.41±0.01	
trigo	20	80.64±0.064	16.35±0.021	0.21±0.007	6.54±0.028	8.28±0.035	1.97±0.00	38.84±0.042	212.42±0.014	18.19±0.028	
	30	80.11±0.021	18.22±0.035	0.22±0.014	7.47±0.007	8.77±0.014	2.13±0.014	42.68±0.028	262.32±0.00	20.21±0.021	
	40	78.66±0.29	21.23±0.13	0.26±0.01	9.75±0.01	9.47±0.16	2.81±0.08	54.79±0.01	352.27±0.06	23.22±0.01	

Nota: Los valores son medias de tres réplicas ± desviación estándar

Como se observa en la tabla 16 la humedad no tiene una variación alta. Mientras Gambino (2008), obtuvo rangos de 36.47 a 38.96 % de humedad en panes, debido a que utilizo como harina sucedánea okara húmeda también Jiménez (2016) obtiene 12.5% de humedad en pan con masa madre con sustitución 40%. Para comprender los resultados obtenidos en la investigación es necesario tomar en consideración que el pan con masa madre desarrollada se elaboró con harina de tarwi un con limite 40% de sustitución que no es mayor y esta no afecta la humedad, al ser un producto de bollería su humedad está dentro del 40% permitido por (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, 2011).

De acuerdo con Cruz, Álvarez, Espino, & Güemes, (2018) obtuvieron un valor de 2.34 % de ceniza y Según Arroyave y Esguerra (2006) asumen que varía según porcentajes de sustitución de masa madre que a medida que aumenta el porcentaje de sustitución el contenido de ceniza es más elevado, también el tarwi contiene un elevado contenido de minerales. La ceniza está dentro de los límites permisibles de 3% de cenizas de acuerdo a la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galleta y Pastelería (2011).

Gupta, Milind, Jeyarani, & Rajiv (2015) obtuvieron 10.32 % de proteína en su pan frances demostrándose la similitud de rangos con la investigación que fue de 10.70% en el pan con masa madre con trigo al 40% además Arroyave y Esguerra (2006) obtuvo 10.12 a 10.82 de proteína con sustitución de 20% de masa madre en pan molde. Manifestando que el producto es beneficioso proteicamente y asegurando un equilibrio de aminoácidos que provee la quinua naturalmente. Incrementando precisamente en un 3% de proteína en comparación con panes convencionales que tienen solo 8.23% de proteína.

También según Cruz, Álvarez, Espino, & Güemes, (2018) obtuvieron valores de 8.82 % de grasa, 0.26% de fibra y 36.30 de carbohidratos datos muy cercanos para el 1 % de grasa mientras para los demás análisis son distintos debido a que son trabajados con distintas formulaciones y harinas. Los datos obtenidos del análisis proximal están dentro de las cantidades diarias recomendadas por la (RDA) para la fibra, calorías, grasa y carbohidratos están bien equilibradas y adecuadas para alcanzar las necesidades por todas las personas sanas (Stear, 2011).

Tabla 17. *Propiedades fisicoquímicas del pan francés en comparación con diferentes autores.*

	% Humedad		% Proteína			% Carbohidrato		Energía
	%	% Ceniza	%	% Grasa	% Fibra	%	Kcal/100g	
pan francés								
(Gonzales Morales, 2004)	25.5	1.7	9.8	7.21		62.8	312	
(Malaga & Ponce Ramirez, 2016)	27,11	1.71	9.19	0.29	0.54	60.53		
(CENTRO NACIONAL DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN INSTITUTO NACIONAL DE SALUD, 2009)	27	1.5	8.4	0.2	0.6	62.9	277	

Nota: propia

Comparando los resultados obtenidos al reporte de Gonzales Morales, (2004) quien obtuvo un resultado en cuanto a la humedad 25.5 % lo cual comparando con nuestro trabajo se tiene un resultado similar con nuestro pan francés agregado con masa madre de centeno y trigo un 40 y 30 %, para la ceniza el autor obtuvo un valor de 1.7 % en cuanto a nuestro trabajo hay una diferencia en cuanto a todos los tratamientos realizados, en la proteína obtuvo un resultado de 9.8, por tanto hay una similitud al resultado obtenido en el trabajo en cuanto al pan con masa madre elaborado con tarwi con un 40%, se obtuvo una proteína alta que es de 11.4, para la grasa el autor obtuvo un resultado de 7.21%, como se puede ver en la tabla 16 los resultados obtenidos no se encuentra mucha diferencia en cuanto al % de la grasa, para el contenido de carbohidratos el autor obtuvo un resultado de 62.8, lo cual comparando con el trabajo el resultado obtenido es mucho menor, en cuanto a la energía el autor obtuvo un valor de 312, comparando con el trabajo se tuvo un resultado entre 175 a 352 lo cual no hay mucha diferencia esta dentro del rango. Malaga & Ponce Ramirez, (2016) obtuvieron resultados en cuanto a la humedad 27.11 % lo cual comparando con nuestro trabajo se tiene un resultado similar con nuestro pan francés

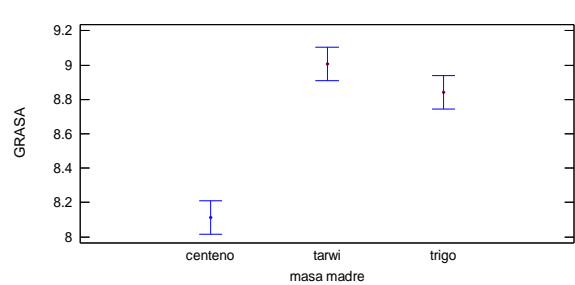
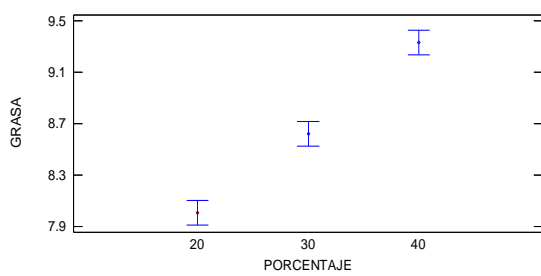
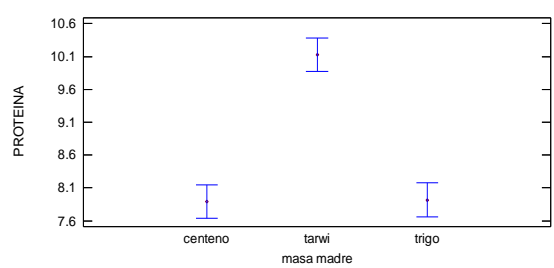
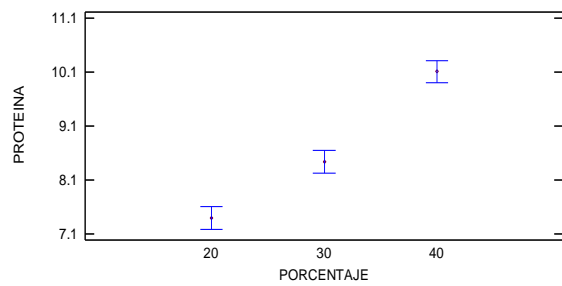
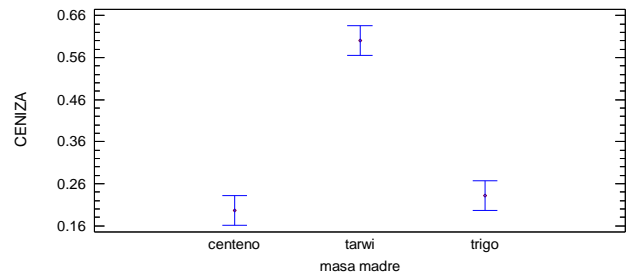
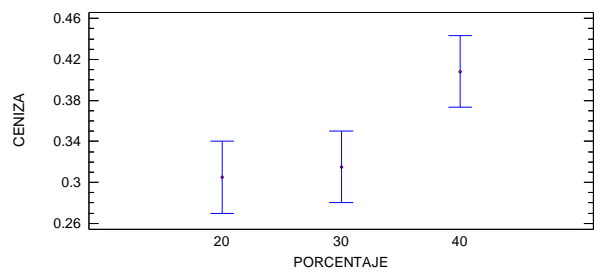
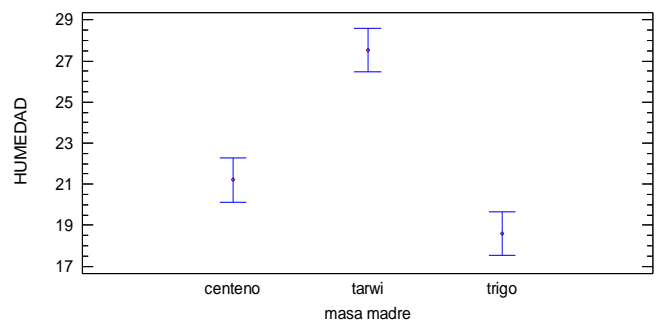
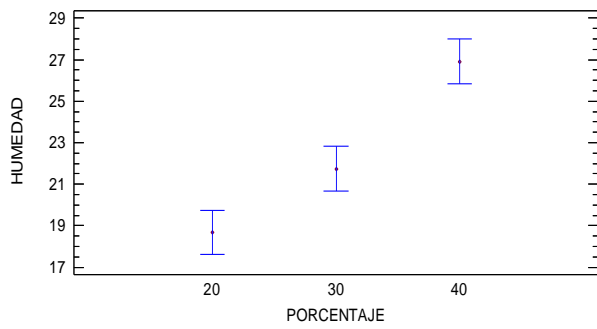
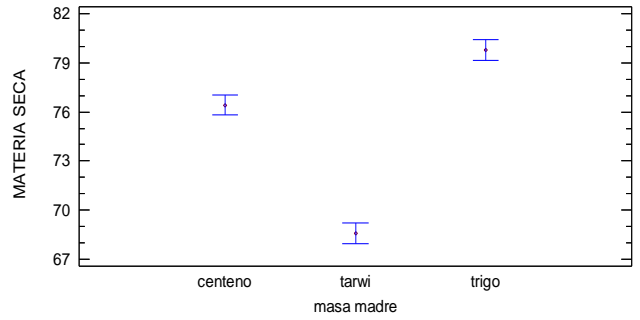
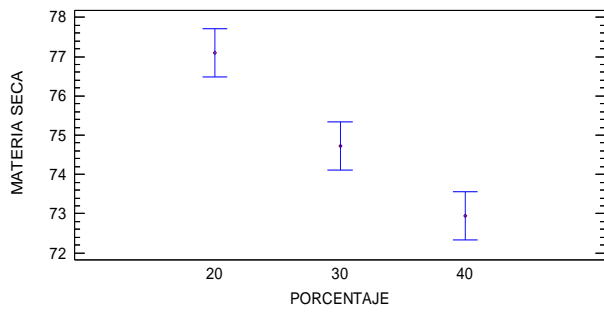
agregado con masa madre de centeno y trigo un 40 y 30 %, para la ceniza el autor obtuvo un valor de 1.71 % en cuanto a nuestro trabajo hay una diferencia en cuan a todos los tratamientos realizados, en la proteína obtuvo un resultado de 9.18, por tanto hay una similitud al resultado obtenido en el trabajo, en cuanto al pan con masa madre elaborado con tarwi con un 40%, se obtuvo una proteína alta que es de 11.4, para la grasa el autor obtuvo un resultado de 0.29%, como se puede ver el tabla 16, los resultados obtenido se encuentra mucha diferencia en cuanto al % de la grasa, para el contenido de carbohidratos el autor obtuvo un resultado de 60.53, lo cual comparando con el trabajo el resultado obtenido es mucho menor. Comparando los resultados obtenidos al reporte de centro nacional de alimentación y nutrición instituto nacional de salud, (2009) donde la humedad en un pan frances es de 27 % lo cual comparando con nuestro trabajo se tiene un resultado similar con nuestro pan frances agregado con masa madre de centeno y trigo un 40 y 30 %, para la ceniza el valor es de 1.5 % en el trabajo realizado a se tiene una diferencia en todos los tratamientos realizados, en la proteína se tiene un valor de 8.4, por tanto hay una diferencia en cuanto al pan con masa madre elaborado con tarwi con un 40%, se obtuvo una proteína alta que es de 11.4, para la grasa el autor obtuvo un resultado de 0.2%, como se puede ver el tabla 16 los resultados obtenido no se encuentra mucha diferencia en cuanto al % de la grasa, para el contenido de carbohidratos el autor obtuvo un resultado de 62.9, lo cual comparando con el trabajo el resultado obtenido es mucho menor, en cuanto ala energía el autor obtuvo un valor de 267, comparando con el trabajo se tuvo un resultado entre 175 a 352 lo cual no hay mucha diferencia esta dentro del rango. por tanto deducimos que alelaborara pan francescon masa madre se obtiene myor valor nutricional en una diferencia minima, pero encuanto ala proteína se tiene mayor cantidad de proteína con un pan con masa madre.elproducto elaborado está dentro del 40% permitido por (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, 2011).

Tabla 18. Prueba de shapiro - wilk , Prueba de Levene y (ANOVA) análisis de varianza para las variables respuestas para el análisis proximal del pan francés con masa madre.

Descripción	Normalidad	Igualdad de varianza Prueba de Levene	ANALISIS DE VARIANZA Valor P
análisis proximal	Valor P	Levene	Valor P
Materia seca	0.051	0.717	0.000
Humedad	0.045	0.399	0.000
Ceniza	0.010	0.828	0.003
Proteína	0.100	0.773	0.000
Grasa	0.100	0.647	0.000
Fibra	0.100	0.558	0.000
Carbohidratos	0.100	0.878	0.000
Energía kcal/100g	0.100	0.967	0.000
Textura	0.010	0.754	0.000

nota: propia

En el análisis estadístico los supuestos de normalidad para la humedad sigue una distribución normal de sus valores en tanto para los demás parámetros de análisis proximal ($p < 0.05$) lo que indica que no hay evidencia de haber sido seleccionados de una población normal y para la prueba de Levene los análisis proximales determinan q el valor ($p < 0.05$) por lo tanto no cumple el supuesto de varianzas homogéneas en tanto los demás parámetros restantes del análisis tampoco cumplen el supuesto de homogeneidad de varianzas de Levene. el análisis de ANOVA muestra significancia estadística para los parámetros determinados del análisis proximal ($p < 0.05$) originando efecto sobre los diferentes porcentajes agregados de masa madre y por en cuanto al agregado del tipo de harina (centeno, trigo y tarwi). La prueba de Tukey muestra que los porcentajes de masa madre tuvieron un efecto en las masas de en el pan y revela que si hay diferencia significativa entre las medias de los tratamientos entre los parámetros de análisis proximal.



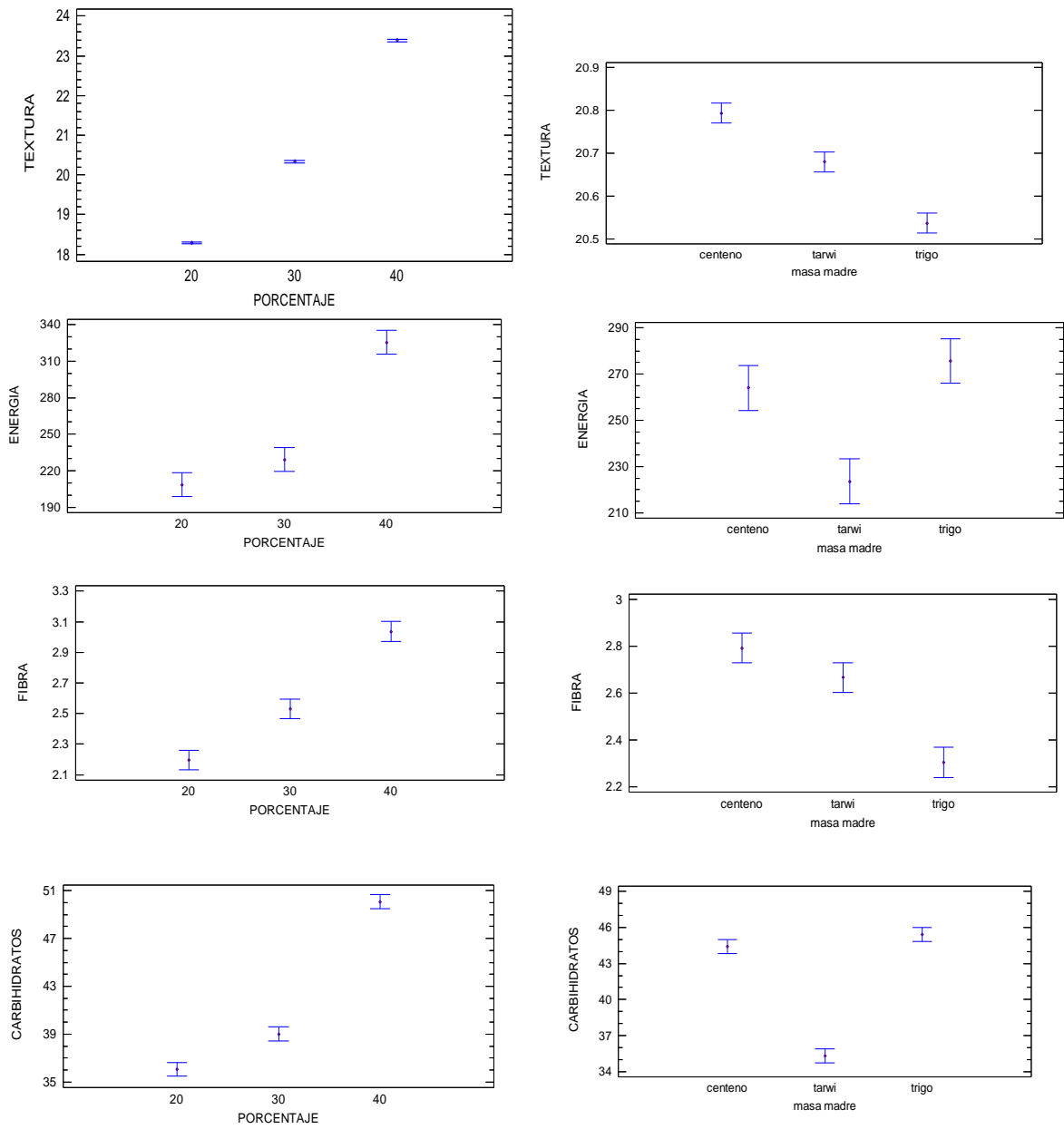


Figura 12. Análisis de varianza en cuanto al análisis proximal (humedad, ceniza, materia seca, proteína, grasa, fibra, carbohidratos, energía y textura) y porcentaje en el pan francés con masa madre.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Los valores fisicoquímicos en la masa madre de centeno se obtuvo 5.3 a 4.2 pH, 0.033 a 0.18 de acidez TT; masa madre de tarwi de 6.8 a 4 pH y 0.066 a 0.20 % de acidez TT; para masa madre de trigo de 6 a 3.5 pH y 0.015 a 0,14 % de acidez TT estos se asemejan a los valores en diferentes investigaciones.

La porosidad se obtuvo valores de 116 a 334 para cantidad de poros y un tamaño promedio de 0.05 a 0.24 mm² para tamaño promedio de poros. La cantidad de poros en la masa madre de centeno y trigo mostro significancia ($p=0.001>0.05$); los demás parámetros de porosidad no hubo significancia. en este caso la mejor muestra en cuanto a porosidad fue el 40% de sustitución.

Para el color se obtuvo valores de luminosidad de 69.71 a 73.89 para L*, valores de cromaticidad de 0.17 a 6.61 para a* y valores de 26.85 a 34.80 para b* El análisis de varianza fue significativo para los valores L* y a* por porcentaje de sustitución y para el parámetro b* no mostro significancia estadística. La prueba de ANOVA indica los mejores tratamientos son con la adición de masa madre de 40% las migas son más luminosas.

La evaluación sensorial obtuvo rangos de 2.00 a 7.05 evidenciando que la formulación agregado con masa madre con 40% de sustitución de harina de trigo, tarwi y centeno es el mejor tratamiento según los catadores. Al cual se le realizo el análisis químico proximal obteniendo rangos de 65.80 a 80.64% de materia seca, 17.54 a 34.06 % de humedad, 0.18 a 0.74% ceniza, 6.49 a 11.04% proteína, 7.37 a 9.81% grasa, 2.13 a 3.16% fibra, 32.66 a 54.79% carbohidratos, 175.96 a 352.27 calorías y la textura 18.19 a 23.53.

4.2. Recomendaciones

- Realizar las evaluaciones microbiológicas para cada masa madre para ver el efecto que ejerce en cuanto a las propiedades físicas.
- Evaluar el volumen de las masas madre para ver cuál de la masa tiene un mayor crecimiento y determinar el tipo de acidificación que se encuentra en la masa madre porque las formaciones de diferentes ácidos tienen diferentes efectos sobre la fermentación y el proceso de cocción, dependiendo de la concentración en que se encuentren.

BIBLIOGRAFIA

- A., A., Perez , L., & Arrazola G. (2011). estudio de propiedades físicas viscoelásticas de panes elaborados con mezcla de harinas de trigo y de arroz integral. *SciELO*, 10.
- Abedfar, A., & Sadeghi, A. (2019). Metodología de superficie de respuesta para investigar los efectos de las condiciones de fermentación de masa fermentada en las propiedades de la tasa de pan. *Science Direct*, 10 -15.
- Abràmoff, M., Magalhães, P., & Ram, S. (2004). Image processing with imageJ. *Biophotonics International*, 36-41.
- Aliaga, A., & Quijada, J. (2013). "evaluación de las características organolépticas del extracto de tarwi (*Lupinus mutabilis*) semidulce, con adición de oca (*Oxalis tuberosa*) AMARILLA". *repositorio unpc*, 13-100.
- Alimentación sana. (2015). composición de diferentes tipos de pan en alimentación sana. *Boletines*, 0-25.
- Alonso. (2012). Espacios de Color RGB, HSI y sus Generalizaciones a n-Dimensiones por. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.
- Avila . (2017). calidad de los alimentos . *science direct*, 15-25.
- Bernal, A., & Padilla , J. (2014). efecto de exopolisacáridos de *Lactobacillus reuteri* en la elaboración de masa madre con harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) variedad blanca "salcedo inia" y roja "pasankalla" para la obtención de pan ácido libre de gluten". *universidad san augustin arequipa*, 79-84.
- blogspot. (septiembre de 2016). *Ciencias físicas primero*. Fuente: <http://cs-fs-primero.blogspot.com/2015/09/determinacion-del-volumen-de-un-solido.html>
- Bot , B., Sanchez, H., De La Torre, M., & Osella , C. (2014). Mother Dough in Bread Making. *Science PG*, 1 - 10.
- Bot, B. (2008). estudio del efecto de acciones químicas y biológicas sobre la masa panaria. *Instituto de tecnología de alimentos*, 8-80.
- Centro de Alimentación y Nutrición. (2009). tablas peruanas de composición de alimentos. Em C. d. Nutrición, *tablas peruanas de composición de alimentos* (p. 64). Lima: Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N.º 2009-02091.

- centro nacional de alimentación y nutrición instituto nacional de salud. (2009). Tablas peruanas de composición de alimentos. *instituto nacional de salud*, 16.
- Cova, V., & Vasquez, L. (2017). Diferentes masas de trigo pre fermentadas usadas para mejorar la calidad del pan . *investigacion y desarrollo de los alimentos*, 5.
- Dobraszczyk, D. A. (2001). *cereales y productos derivados* . España: Kluwer academic/plenum publisher.
- FAO. (2003). composición química de granos andinos. *fao*, 2-15.
- Fernandez, T. (2016). harina de centeno . *revista de botanica* , 3.
- García Cisneros, M. (2018). efecto de la evaluación físico química y aceptabilidad del pan francés. *Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga*, 56-60.
- Genoves, L. (2013). elaboración y mantenimiento de seis masas madres y su aplicación en el pan baguete. *universidad de Cuenca* , 6- 124.
- Gloria, & Joaquín. (2010). Sustitución parcial de harina de trigo *Triticum aestivum* L., por harina de kiwicha *Amaranthus caudatus* L., usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. *SciELO*, 12.
- González Morales, R. (2004). actualización de la composición proximal del pan francés de consumo popular. *Universidad San Carlos de Guatemala*, 22-23.
- Hernández, E. (2015). *evaluación sensorial* . Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Járez, M. B. (2003). *generalidades del trigo*. México.
- Knudsen, B. (1995). *tecnología y productos* . España: Technical Research.
- López, A., & Turina, A. (2017). Desarrollo de masas madre y evaluación de propiedades reológicas y tecnológicas de panificados. 10-15.
- Malaga, A., & Ponce Ramírez, J. C. (2016). Optimización de la concentración de la α -amilasa y lactosuero en el mejoramiento de las características tecnológicas, nutricionales y sensoriales del pan francés. *Agroindustrial Science*, 192.
- Malcolmson, L. (s.d.). *Cebada para una Alimentación Saludable*.

- Mandal , S. (2017). ImageJ Analysis: Length Measurement, Area Measurement and. Retrieved from, <https://www.youtube.com/watch?v=FiFwxoxOmNo&t=483s>.
- Marquez, A. K. (2007). *Quimica de alimentos*. Fonte: Quimica de alimentos: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/604/Elaboracion%20y%20evaluacion%20producto%20cebada.pdf?sequence=1>
- Mesas, M., & Alegre, T. (2009). EL PAN Y SU PROCESO DE ELABORACIÓN. *Ciencia y Tecnologia Alimentaria*, 307-313.
- nutricion y alimentacion , el trigo. (2015). *ncosalud* , 2.
- Perez, A., & Arranzola. (2011). Estudio de propiedades físicas y viscoelásticas de panes elaborados con mezclas de harinas de trigo y de arroz integral. *SciELO*, 3-8.
- Perez, D. . (2014). Normalizacion del color en imagenes de microscopia . *Universidad central " Marta Abreu" de las villas* .
- Puma, G., & Nuñez , C. (2018). determinacion de analisis fisicoquimicos en la masa madre elaborados a partir de harina de centeno con sustitucion de levadura. *Analisis cientificos*, 8.
- Renteria , M. (2009). determinacion de los cambios organolepticos y la disminucion de aditivos empleando masa madre en la formulacion del pan artesanal campestre. *escuela superior politecnica del litoral*, 1 - 93.
- Rojas, W. (2016). Optimización de mezclas de harinas (Chenopodium quínoa, Solanum tuberosum y Zea mays) para la elaboración de cake libre de gluten. *universidad peruana union*.
- Russo , M., Elichalt, M., Vázquez, D., & Suburú, G. (2012). *Composicion nutricional de productos elaborados a base de trigo*. Argentina.
- Salazar, M. R. (2016). *industria de panificacion* . puno.
- Sanches, G. (2008). *centeno*. españa.
- Schleskinder,G. (2014). Levadura y material gasa en panificacion . 20-23.
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Norma Sanitaria para la Fabricación. (2011). Elaboracion y produccion de productos de panificacion, galleteria y pasteleria . *retrived from W.W.W digesa.minsa.gog.pe*.

- Soto P. (2014). fermentacion del pan en su proceso de elaboracion. 14-19.
- Suca A., G., & Suca A., C. (2015). Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. *Per. Quím. Ing. Quím.*, 55-71.
- Vargas, E., & Rojas. (2016). Determinación de color usando imágenes digitales para fruta. 45.
- Vegas, Iris, & Perez. (2017). Mother dough in bread making. *Science PG*, 1-6.
- Velasquez, & Vasquez. (2017). elaboracion de pan por el metodo directo. *investigacion y desarrollo en ciencia y tecnologia de alimentos*, 2-6.
- Wolff, O. (2012). *elaoracion de pan ventajas y desventajas con diferentes ingredientes*. Antroposófica.

ANEXOS

Anexo A. Datos experimentales de la determinación de pH en las masas madres para los componentes (centeno, trigo y tarwi)

Días	Rep.	pH		
		Centeno	pH Tarwi	pH Trigo
1	1	5	6.8	6
	2	5	6.7	6
	3	6	6.8	6
	Promedio	5.3	6.8	6.0
2	1	6.1	6.5	6.8
	2	6.5	6.3	6.6
	3	6.4	6.5	6.6
	Promedio	6.3	6.4	6.7
3	1	6.1	5.2	6.1
	2	5.8	5.3	6.4
	3	6.2	5.2	6.2
	Promedio	6.0	5.2	6.2
4	1	4.2	4.6	4.6
	2	4.1	4.7	4.4
	3	4.2	4.5	4.5
	Promedio	4.2	4.6	4.5
5	1	4.4	4.6	4.4
	2	4.4	4.5	4.4
	3	4.3	4.5	4.5
	Promedio	4.4	4.5	4.4
6	1	4.3	4.3	4.3
	2	4.4	4.3	4.3
	3	4.3	4.4	4.2
	Promedio	4.3	4.3	4.3
7	1	4.2	4.1	3.5
	2	4.2	3.8	3.5
	3	4.1	4.2	3.4
	Promedio	4.2	4.0	3.5

Anexo B. Datos experimentales de la determinación de ATT en las masa madres para los componentes (centeno, trigo y tarwi)

Días	Rep.	ATT		
		Centeno	ATT Tarwi	ATT Trigo
1	1	0.03	0.01	0.06
	2	0.04	0.02	0.07
	3	0.04	0.02	0.06
	Promedio	0.033	0.015	0.066
2	1	0.05	0.03	0.13
	2	0.05	0.04	0.09
	3	0.05	0.03	0.09
	Promedio	0.051	0.030	0.102
3	1	0.05	0.05	0.16
	2	0.06	0.05	0.15
	3	0.06	0.05	0.15
	Promedio	0.060	0.048	0.156
4	1	0.12	0.10	0.17
	2	0.14	0.11	0.18
	3	0.12	0.11	0.19
	Promedio	0.123	0.105	0.180
5	1	0.14	0.15	0.18
	2	0.14	0.15	0.18
	3	0.15	0.16	0.19
	Promedio	0.144	0.156	0.183
6	1	0.15	0.13	0.19
	2	0.16	0.13	0.21
	3	0.16	0.14	0.21
	Promedio	0.159	0.129	0.201
7	1	0.17	0.14	0.20
	2	0.17	0.14	0.22
	3	0.19	0.15	0.22
	Promedio	0.177	0.144	0.210

Anexo C. Datos experimentales de la porosidad por el software Imagen J en pan con masa madre (centeno, trigo y tarwi)

tratamientos		R	total poros	area total	tamaño promedio de los poros	fraccion % Area	media
20%	MMC	1	162	1.017	0.006	7.164	254.832
		2	144	0.517	0.004	3.639	254.98
		3	287	1.424	0.005	10.029	254.582
Promedio			197.7	0.986	0.005	6.944	254.8
D.E			77.9	0.454	0.001	3.201	0.201
30%	MMC	1	212	2.453	0.012	17.145	254.416
		2	298	2.174	0.007	15.197	254.673
		3	99	0.501	0.005	3.501	254.614
Promedio			203	1.709	0.008	11.948	254.568
D.E			99.8	1.056	0.004	7.380	0.135
40%	MMC	1	160	0.541	0.003	3.812	254.662
		2	236	1.631	0.007	11.489	254.521
		3	277	2.1	0.008	14.79	254.647
Promedio			224.3	1.424	0.006	10.03	254.61
D.E			59.4	0.800	0.003	5.63	0.077
20%	MMT	1	138	0.83	0.006	5.845	254.705
		2	199	1.544	0.008	10.872	254.773
		3	172	2.271	0.013	16	254.81
Promedio			169.7	1.548	0.009	10.91	254.76
D.E			30.6	0.721	0.004	5.078	0.053
30%	MMT	1	235	0.842	0.004	5.884	254.843
		2	111	0.394	0.004	2.757	254.808
		3	292	2.078	0.007	14.522	254.725
Promedio			212.7	1.105	0.005	7.72	254.8
D.E			92.5	0.87	0.002	6.09	0.06
40%	MMT	1	383	4.304	0.008	16.228	254.714
		2	356	3.338	0.013	23.511	254.32
		3	351	3.656	0.007	11.666	254.742
Promedio			363	3.766	0.009	17.135	254.592
D.E			17.2	0.492	0.003	5.974	0.24
20%	MMTW	1	181	1.108	0.006	7.744	254.836
		2	179	1.028	0.006	7.188	254.687
		3	198	2.402	0.012	16.787	254.593
Promedio			186	1.513	0.008	10.573	254.705
D.E			10.4	0.77	0.003	5.389	0.123
30%	MMTW	1	181	1.108	0.006	7.744	254.836
		2	179	1.028	0.006	7.188	254.687
		3	198	2.402	0.012	16.787	254.593

	Promedio		186	1.513	0.008	10.573	254.705
	D.E		10.4	0.77	0.003	5.389	0.1225
40%	MMTW	1	138	0.908	0.007	6.395	254.886
		2	220	2.473	0.011	17.42	254.641
		3	266	3.151	0.012	22.196	254.627
	Promedio		208	2.18	0.010	15.337	254.718
	D.E		64.8	1.15	0.003	8.10	0.146

Anexo D. Valores de L*, a* y b* para color en pan con masa madre (centeno, trigo y tarwi)

tratamientos		R	L*	a*	b*
20%	MMC	1	62.648	-0.841	15.577
		2	65.704	-2.426	14.883
		3	65.453	-3.588	14.496
	Promedio		64.602	-2.285	14.985
	D.E		1.697	1.379	0.548
30%	MMC	1	62.504	-0.981	10.277
		2	61.805	-0.756	10.966
		3	63.497	-1.582	9.450
	Promedio		62.602	-1.106	10.231
	D.E		0.850	0.427	0.759
40%	MMC	1	64.746	-1.41	12.963
		2	59.05	-0.858	8.656
		3	62.963	-0.855	12.645
	Promedio		62.253	-1.041	11.421333
	D.E		2.914	0.320	2.400
20%	MMT	1	65.164	-0.692	7.961
		2	65.392	-1.116	5.471
		3	59.344	0.777	6.251
	Promedio		63.300	-0.344	6.561
	D.E		3.428	0.993	1.274
30%	MMT	1	62.117	-1.242	12.543
		2	62.495	-1.478	14.78
		3	64.724	-1.568	13.489
	Promedio		63.112	-1.429	13.604
	D.E		1.409	0.168	1.123
40%	MMT	1	64.662	-1.796	12.831
		2	62.769	-1.793	12.909
		3	63.925	-1.877	14.576
	Promedio		63.785	-1.822	13.439
	D.E		0.954	0.048	0.986
20%	MMTW	1	64.082	-0.764	10.886

		2	58.571	-1.53	10.812
		3	64.679	-1.241	8.361
			Promedio	62.444	-1.178333
			D.E	3.367	10.019667
		1	62.411	-2.083	16.898
30%	MMTW	2	64.239	-2.338	16.138
		3	65.372	-2.544	18.31
			Promedio	64.007	-2.322
			D.E	1.4940	17.115
		1	61.992	-1.696	11.218
40%	MMTW	2	63.473	-1.749	9.978
		3	64.878	-2.294	10.326
			Promedio	63.448	-1.913
			D.E	1.443	10.507
				0.331	0.640

Anexo E. Anova pata el color

Análisis de Varianza para L - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:percentage	0.394734	2	0.197367	0.04	0.9570
B:HARINA	0.27775	2	0.138875	0.03	0.9695
RESIDUOS	98.511	22	4.47777		
TOTAL (CORREGIDO)	99.1835	26			

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

Análisis de Varianza para a - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:percentage	29.8155	2	14.9078	5.17	0.0144
B:HARINA	4.92132	2	2.46066	0.85	0.4394
RESIDUOS	63.3994	22	2.88179		
TOTAL (CORREGIDO)	98.1363	26			

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

Análisis de Varianza para b - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:percentage	127.333	2	63.6666	5.60	0.0108
B:HARINA	11.028	2	5.514	0.48	0.6221
RESIDUOS	250.135	22	11.3698		
TOTAL (CORREGIDO)	388.496	26			

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

Anexo F. análisis proximal

Análisis de Varianza para MATERIA SECA - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:PORCENTAGE	52.1936	2	26.0968	26.94	0.0000
B:HARINA	398.387	2	199.194	205.62	0.0000
RESIDUOS	12.5935	13	0.968733		
TOTAL (CORREGIDO)	463.174	17			

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

Análisis de Varianza para HUMEDAD - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:PORCENTAGE	207.679	2	103.839	52.56	0.0000
B:HARINA	253.607	2	126.803	64.18	0.0000
RESIDUOS	25.6843	13	1.97572		
TOTAL (CORREGIDO)	486.97	17			

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

Análisis de Varianza para CENIZA - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:PORCENTAGE	0.0389778	2	0.0194889	9.30	0.0031
B:HARINA	0.599144	2	0.299572	142.97	0.0000
RESIDUOS	0.0272389	13	0.0020953		
TOTAL (CORREGIDO)	0.665361	17			

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

Análisis de Varianza para PROTEINA - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:PORCENTAGE	22.5377	2	11.2689	99.09	0.0000
B:HARINA	19.7599	2	9.87995	86.88	0.0000
RESIDUOS	1.47837	13	0.113721		
TOTAL (CORREGIDO)	43.776	17			

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

Análisis de Varianza para GRASA - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:PORCENTAGE	5.28948	2	2.64474	162.81	0.0000
B:HARINA	2.72938	2	1.36469	84.01	0.0000
RESIDUOS	0.211172	13	0.016244		
TOTAL (CORREGIDO)	8.23003	17			

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

Análisis de Varianza para ENERGIA - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:PORCENTAGE	46723.1	2	23361.6	145.52	0.0000
B:HARINA	8966.84	2	4483.42	27.93	0.0000
RESIDUOS	2087.03	13	160.541		
TOTAL (CORREGIDO)	57777.0	17			

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

Análisis de Varianza para FIBRA - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:PORCENTAGE	2.14684	2	1.07342	150.44	0.0000
B:HARINA	0.776311	2	0.388156	54.40	0.0000

RESIDUOS	0.0927556	13	0.00713504		
TOTAL (CORREGIDO)	3.01591	17			

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

Análisis de Varianza para CARBIHIDRATOS - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:PORCENTAGE	655.404	2	327.702	561.79	0.0000
B:HARINA	373.005	2	186.502	319.73	0.0000
RESIDUOS	7.58309	13	0.583315		
TOTAL (CORREGIDO)	1035.99	17			

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

Análisis de Varianza para TEXTURA - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:PORCENTAGE	78.7852	2	39.3926	42557.12	0.0000
B:HARINA	0.198533	2	0.0992667	107.24	0.0000
RESIDUOS	0.0120333	13	0.000925641		
TOTAL (CORREGIDO)	78.9958	17			

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

Anexo G. Cartilla de evaluación para el análisis sensorial de pan con masa madre.

PRUEBA DE ESCALA DESCRIPTIVA EN EL PAN

NOMBRE: _____ **FECHA** _____

NOMBRE DEL PRODUCTO _____

Frente a usted hay una muestra de Pan con elaborada con masa madre, usted debe probarla y evaluarla de acuerdo a cada uno de los atributos mencionados.

Marque con una línea vertical sobre la línea horizontal

ATRIBUTOS

Sabor |-----|
Poco agradable Extremadamente agradable

Olor |-----|
Poco agradable Extremadamente agradable

Textura corteza |-----|
Poco dura Excesivamente dura

Textura de la miga |-----|
Poco suave Excesivamente dura

Color cantidad blanca |-----|
Nada mucho

Color cantidad crema |-----|
Nada mucho

Color cantidad amarillenta |-----|
Nada mucho

Color cantidad marrón |-----|
Nada mucho

Anexo H. Datos experimentales de la evaluación sensorial del pan con masa madre (centeno, trigo y tarwi)

	JOSE	IZ ZA	HEBER	LUZ	LUNA	ERICK	LUIS	SAND	DENIS	ALDA	JUNIOR	JULIA	DEYBI	KAREN	DENILSON	ZAIDA	NIXON	YENI	CARLA	ABEL	Prome
JUEZ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	dio
sabor	5	5.3	3.6	3.2	4.4	7.2	7.6	4.6	7.1	4.7	7.5	5.2	8.5	6.5	4.5	7	5.4	6.2	5.3	6.1	5.7
olor	3.6	8.6	2.6	3.8	5.4	6.1	8.2	5.3	7.5	8	7.2	5.6	6.6	6	6.3	6.6	5.4	7.3	6.2	5.5	6.1
textura																					
corteza	4.6	5.5	3	2.7	7.2	6.2	6.3	6.9	5.5	6	5.5	6.4	5.1	5.7	6.5	5.8	6.7	7.2	4.6	5.9	5.7
textura de miga	5.1	4.9	2.9	2.6	6.5	5.1	8.1	4.2	5.3	5.6	7.4	5.7	7	6	5.9	6.1	7	5.3	6.2	4.9	5.6
cantidad blanca	6.4	6.3	3.2	3	5.4	6	6.4	5.3	4.3	3.4	6	6.3	4.5	3.6	6.4	4.5	3.1	4.6	5.4	3.2	4.9
cantidad crema	7.1	7.2	3.4	2.8	5.3	6.3	5.1	5	7	7.2	4.3	3.5	6.3	5.2	5.4	2.6	5.7	3.2	6.4	2.1	5.1
cantidad amarillenta	5.2	5.6	3.4	2	7.3	6.4	5.4	6.8	5.3	7.5	4.5	6.1	5.1	3.4	4.3	5.8	6.5	2.4	6.2	3.7	5.1
cantidad marron	6.1	6.1	3.6	3.2	7.1	5	4.2	6.2	4.3	6.5	5.1	5.4	5.3	4.2	5	7.2	3.7	6.1	4.4	4.2	5.1

Anexo I. informe de análisis proximal del pan con masa madre a diferentes porcentajes



Universidad Nacional del Altiplano - Puno FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario N° 1150, Telf.: (051)599430 / IP. 10301 / (051) 366080



LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0108-2019-LENA-EPIA

SOLICITANTE : EVELIN AGUIRRE ACHAQUIHUI
LUGAR DE PROCEDENCIA : UNIVERSIDAD PERUANA UNION – FILIAL JULIACA
TITULO : EVALUACION DEL EFECTO DE MASA MADRE DE CENTENO, TARWI Y TRIGO EN EL PAN FRANCES
PRODUCTO : "PAN"
ENSAYO SOLICITADO : FISICO QUIMICO Y TEXTURA
FECHA DE RECEPCION : 14 de Junio del 2019
FECHA DE ENSAYO : 14 de Junio del 2019
FECHA DE EMISION : 19 de junio del 2019

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

RESULTADOS FISICO QUIMICOS

ENSAYOS	CENTENO			TARWI			TRIGO		
MATERIA SECA %	74,54	76,45	78,43	65,86	67,68	72,27	78,86	80,09	80,68
HUMEDAD %	25,46	20,64	17,54	34,14	26,41	22,19	21,14	18,24	16,36
CENIZAS %	0,21	0,19	0,19	72	0,54	0,53	0,27	0,23	0,21
PROTEINA %	9,54	7,64	6,43	11,05	10,02	9,15	9,74	7,47	6,56
GRASA %	8,73	8,25	7,38	9,87	8,97	8,36	9,58	8,78	8,31
FIBRA %	3,18	2,86	2,3	3,12	2,64	2,26	2,87	2,12	1,97
CARBOHIDRATOS %	52,88	41,77	38,79	42,70	32,68	30,6	54,80	42,7	38,87
ENERGIA KCAL/100g	328,25	226,52	237,35	295,98	198,89	175,99	352,23	262,32	212,43
TEXTURA Kg/cm ³	23,55	20,45	18,43	23,4	20,34	18,26	23,22	20,19	18,21
	40 %	30 %	20 %	40 %	30 %	20 %	40 %	30 %	20 %

METODOS UTILIZADOS EN LABORATORIO:

- AOAC. 1990

• CONCLUSION: Los resultados Físico Químicos y textura stán conformes.

Puno, C.U. 19 de Junio del 2019



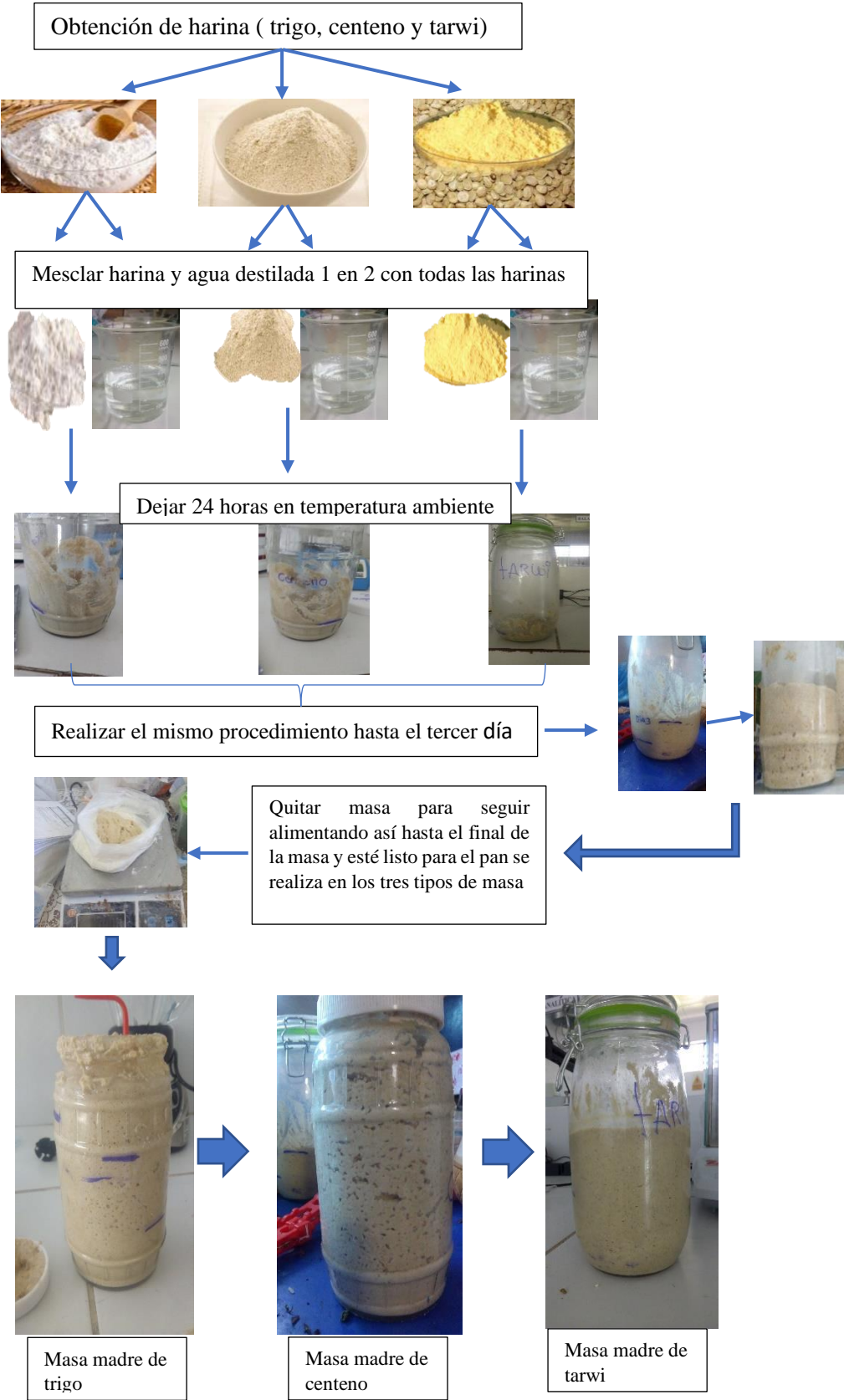
[Signature]
Oswaldo Apaza Aled
INGENIERO AGROINDUSTRIAL
C.I.P. 140075

Anexo J. Proceso de obtención de harina de tarwi.

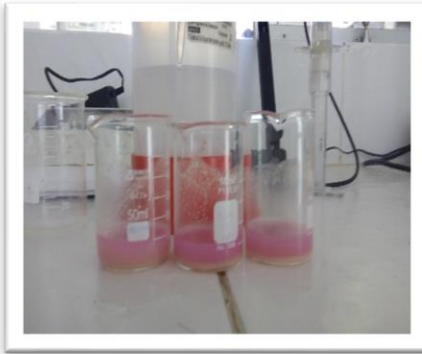
Obtención de harina de tarwi



Anexo K. proceso de elaboración de masa madre (centeno, trigo y tarwi)



Anexo L. Determinación de acidez de la masa madre



Anexo M. determinación de pH en la masa madre

