



UNIVERSIDAD
**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Agroindustrial y de Agronegocios

**UTILIZACIÓN DE PREFERMENTOS EN LA
ELABORACIÓN DE PAN DE MOLDE BLANCO
PARA EXTENDER SU TIEMPO DE VIDA ÚTIL**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero
Agroindustrial y de Agronegocios**

HURTADO GONZALES, JOSÉ AUGUSTO

Asesor:

Dr. Hurtado Pascual, Fernando

Lima – Perú

2016

JURADO DE LA SUSTENTACION ORAL

.....
Presidente

.....
Jurado 1

.....
Jurado 2

Entregado el:

Aprobado por:

.....
Graduando
José Augusto Hurtado Gonzales

.....
Asesor de Tesis
Dr. Fernando Hurtado Pascual

UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA
FACULTAD DE INGENIERIA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, José Augusto Hurtado Gonzales, identificado/a con DNI N° 46085809 Bachiller del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial y de Agronegocios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi tesis titulada: "UTILIZACIÓN DE PREFERMENTOS EN LA ELABORACIÓN DE PAN DE MOLDE BLANCO PARA EXTENDER SU TIEMPO DE VIDA ÚTIL".

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima, octubre de 2016

.....

José Augusto Hurtado Gonzales

DNI N° 46085809

EPÍGRAFE

La nutrición encierra en sí todos los elementos de la historia humana, desde los más serios hasta los más frívolos; y la presentación de un alimento con su aspecto, colores y aromas permite adivinar la manera de ser del pueblo que lo elaboró, a veces durante siglos, desde la receta original.

(Charles Lamb, 1775-1834)

DEDICATORIA

A mis padres quienes con su amor, cuidados y guía me convirtieron en la persona que soy, a mis abuelos quienes con su amor y dedicación sirvieron de ejemplo en mi vida, y de manera muy especial a Rafael Fernández, un amigo que se convirtió en un hermano.

AGRADECIMIENTO

A mis padres quienes me dieron la vida, cuidaron, formaron, alentaron y apoyaron en todo momento, a mis maestros por ser parte fundamental de mi educación, a mis amistades que de algún modo colaboraron para la realización de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
Identificación del problema	17
Formulación del problema	17
Problema general.	17
Problemas específicos.	17
MARCO REFERENCIAL	18
Antecedentes	18
Tesis internacionales.	18
Tesis nacionales.	20
Estado Del Arte	22
Marco teórico	23
Generalidades.	23
Funciones de los componentes en el pan.	24
Tipos de pan.	36
Levaduras y Prefermentos.	41
Tiempo de vida útil en el pan.	50
OBJETIVOS	54
Objetivo general	54
Objetivos específicos	54
JUSTIFICACIÓN	54
Teórica	54
Práctica	54
Social	55
HIPÓTESIS	56
Hipótesis general	56
Hipótesis específicas	56
MATRIZ DE CONSISTENCIA	57
MARCO METODOLÓGICO	59
Metodología	59
Paradigma	59

Enfoque	59
Método	59
Análisis microbiológicos.	59
Análisis físico-químicos.	60
Análisis Sensorial.	60
VARIABLES	60
Independiente	60
Dependiente	60
POBLACIÓN Y MUESTRA	61
Población	61
Muestra	61
UNIDAD DE ANÁLISIS	61
INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS	61
Instrumentos	61
Microbiológicos.	61
Físico-químicos.	62
Análisis Sensorial.	62
Técnicas	62
Técnica para análisis microbiológicos.	62
Técnica para análisis físico-químicos.	63
Técnica para análisis sensorial.	63
PROCEDIMIENTOS Y MÉTODO DE ANÁLISIS	66
Procedimiento	66
Formulación del pan de molde blanco utilizando prefermentos.	66
Descripción del Proceso.	66
Diagrama de flujo.	71
Método de análisis	71
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	73
Resultados microbiológicos	73
Mohos y levaduras.	73
Coliformes totales.	73
Aerobios Mesófilos.	73
Resultados fisicoquímicos	74
Humedad.	74
Acidez.	77
Resultados del análisis sensorial	80

Color.	81
Olor.	81
Sabor.	82
Textura.	82
Formulaciones	83
Patrón (Blanco).	83
Muestra 1.	83
Muestra 2.	84
Muestra 3.	84
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS	86
Recomendaciones	86
Sugerencias	86
REFERENCIAS	87
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	91
PRESUPUESTO	92
ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Funciones de los principales componentes utilizados en el pan.	25
Tabla 2. Composición de la harina de trigo.	28
Tabla 3. Contenido en macronutrientes de variedades de pan.	38
Tabla 4. Contenido en micronutrientes de variedades de pan.	38
Tabla 5. Matriz de consistencia.	57
Tabla 6. Cronograma de análisis de vida útil.	64
Tabla 7. Codificación de muestras.	80
Tabla 8. Valoración en escala Hedónica.	80
Tabla 9. Rangos de valoración del grado de satisfacción.	80
Tabla 10. Resultados promedio del color en escala Hedónica.	81
Tabla 11. Resultados promedio del olor en escala Hedónica.	82
Tabla 12. Resultados promedio del sabor en escala Hedónica.	82
Tabla 13. Resultados promedio de la textura en escala Hedónica.	83
Tabla 14. Diagrama de Gantt – Cronograma de actividades.	91
Tabla 15. Recursos humanos.	92
Tabla 16. Bienes y materiales.	92
Tabla 17. Servicios.	93
Tabla 18. Investigación.	93
Tabla 19. Resumen del presupuesto estimado.	93

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Diseño experimental de pan de molde blanco con prefermentos.	65
Figura 2. Amasador mecánico Pietroberti.	67
Figura 3. Amasado homogéneo de la masa.	67
Figura 4. Boleadora Benier.	68
Figura 5. Fermentador Logiudice Forni.	69
Figura 6. Horno Logiudice Forni.	70
Figura 7. Diagrama de flujo Pan de molde blanco con prefermentos.	72
Figura 8. Porcentaje de humedad de las muestras.	74
Figura 9. Porcentaje de humedad de la muestra patrón.	75
Figura 10. Porcentaje de humedad de la muestra 1.	75
Figura 11. Porcentaje de humedad de la muestra 2.	76
Figura 12. Porcentaje de humedad de la muestra 3.	76
Figura 13. Porcentaje de acidez de las muestras.	77
Figura 14. Porcentaje de acidez de la muestra patrón.	78
Figura 15. Porcentaje de acidez de la muestra 1.	78
Figura 16. Porcentaje de acidez de la muestra 2.	79
Figura 17. Porcentaje de acidez de la muestra 3.	79

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
Anexo 1. Formato de evaluación - Prueba del grado de satisfacción (escala Hedónica).	94
Anexo 2. Resultados del color en escala Hedónica.	95
Anexo 3. Resultados del olor en escala Hedónica.	96
Anexo 4. Resultados del sabor en escala Hedónica.	97
Anexo 5. Resultados de la textura en escala Hedónica.	98

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de investigación fue utilizar prefermentos (masa madre) en la elaboración del pan de molde blanco, en tres diferentes dosis para alargar el tiempo de vida útil del producto (M1: 10% de prefermento, M2: 15% de prefermento y M3: 20% de prefermento).

La evaluación de las diferentes dosis de aplicación de prefermento fue realizada y probada a nivel piloto en la línea de producción de pan de molde de una industria local. Se realizaron análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales en diferentes intervalos de días, para determinar la mejor formulación.

El recuento de mohos y levaduras se mantuvo constante dando valores de <10 UFC/g, coliformes totales de 10 UFC/g y aerobios mesófilos <10 UFC/g, para todas las formulaciones analizadas, las cuales estuvieron dentro de la especificación establecida en la RM-591-2008/MINSA "Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano". La humedad disminuyó en el tiempo para la M1 (de 28.56% a 24.80%), M2 (de 28.57% a 24.89%) y M3 (de 28.60% a 25.05%); los resultados de acidez no tuvieron diferencia significativa entre las muestras M1 (de 0.43% a 0.41%), M2 (de 0.42% a 0.41%) y M3 (de 0.43% a 0.41%).

Se realizaron pruebas sensoriales afectivas de satisfacción con escala hedónica determinando que la muestra patrón y la Muestra 1 tienen un tiempo de vida de 09 días, la Muestra 2 tiene 15 días y la Muestra 3 tiene un tiempo de vida de 18 días. Se estableció cada tiempo de vida en base a que los panelistas percibieron las muestras como no aceptables a partir de dichos días.

Palabras claves: panificación, prefermento, pan de molde, masa madre, vida útil, análisis sensorial.

ABSTRACT

The principal objective of this research was to use preferments (sourdough) in the preparation of white bread in three different doses to lengthen the shelf life of the product (M1: 10% of preferment, M2: 15% preferment and M3: 20% of preferment).

The evaluation of different doses of preferment application was made and tested on a pilot basis in a local company. Microbiological, physicochemical and sensory analyzes were performed at different intervals of days, to determine the best formulation.

The count of molds and yeasts remained constant giving values of <10 CFU / g, total coliforms of 10 CFU / g and aerobic mesophiles <10 CFU / g, for all formulations tested; each one was within its respective specification established in the RM-591-2008/MINSA "Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano". Humidity decreased over time for M1 (from 28.56% to 24.80%), M2 (from 24.89% to 28.57%) and M3 (from 28.60% to 25.05%); acidity results had no significant difference between samples M1 (from 0.43% to 0.41%), M2 (from 0.42% to 0.41%) and M3 (from 0.43% to 0.41%).

Affective sensory satisfaction tests were performed using hedonic scale determining that the patron and Sample 1 sample has a lifetime of 09 days, Sample 2 has 15 days and Sample 3 has a lifetime of 18 days. Each shelf-life was established on the basis that the panelists perceived the samples as not acceptable from those days.

Keywords: bakery, preferment, bread mold, sourdough, shelf-life, sensory analysis.

INTRODUCCIÓN

El origen de la historia del pan se remota a los mismos orígenes de la humanidad, en donde el hombre empezó a elaborar masas con granos de cereales pero no fue concebido como alimento debido a que no era digerible por el organismo de nuestros antepasados. Con el pasar del tiempo se fue perfeccionando la técnica - que incluía el remojo, molienda, amasado y la exposición al fuego – hasta llegar a uno de los mayores avances en la panificación del siglo XX: el proceso de panificación Chorleywood.

Esta innovación generó que el pan blanco inicialmente catalogado para las altas clases sociales se convierta en un alimento al alcance de la mesa de todos debido a que permite elaborar pan a nivel industrial de manera rápida por la alta velocidad de fermentación que involucra. Las características que este proceso dotaba al pan de miga más blanca, corteza fina, un alveolado más pequeño, volumen modesto pero escasa vida útil.

Posteriormente aparecieron las grandes corporaciones las cuales se encargaron de la distribución masiva del pan a la población mundial permitiendo a cada sector tener en su mesa un alimento que forme parte fundamental de su dieta diaria.

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.

El objetivo del presente trabajo de investigación es mejorar la calidad y alargar el tiempo de vida útil del pan de molde blanco de una planta panificadora ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho (Lima, Perú) mediante la reformulación y análisis del proceso productivo, con el fin de satisfacer los estándares que actualmente los clientes demandan, proporcionando un producto de calidad.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Identificación del problema

Los avances en procesos industriales de panificación nos han permitido obtener panes con mejores características físico-organolépticas (miga más blanca, mejor volumen, corteza fina, alveolado más pequeño) pero con escasa vida útil.

En 2010, Rosada sostuvo que uno de los factores de la caída a nivel mundial del consumo de pan estaba relacionado a una tendencia decreciente de la calidad del mismo a causa de la industrialización de los procesos de panificación tradicionales, los cuales además de elevar los costos también van en contra de los nuevos hábitos de consumo de generaciones actuales que desean retornar a productos más saludables cuya calidad y sabor son mejores.

Dicho esto, con los métodos de panificación actuales tenemos una relación no proporcional entre las características físico-organolépticas y el tiempo de vida útil.

Formulación del problema

Problema general.

¿Cómo incrementar la vida útil del pan de molde blanco dada su limitada vida de anaquel para mejorar la comercialización?

Problemas específicos.

¿Qué formulación será la óptima para obtener un pan de molde blanco de buena calidad y mayor tiempo de vida?

¿Cómo se degradará microbiológicamente el pan de molde blanco al utilizar prefermentos?

¿Qué variaciones tendrán las características físico-químicas del pan de molde blanco al utilizar prefermentos?

¿Cuáles serán las características sensoriales que tendrá el pan de molde blanco al utilizar prefermentos?

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes

Entre las tesis consultadas con relación al presente trabajo de investigación tenemos las siguientes:

Tesis internacionales.

Genovés y Quezada (2013) desarrollaron una tesis sobre la “elaboración y mantenimiento de seis masas madres y su aplicación en el pan baguette, campesino, panettone y pan de molde” cuya investigación hace referencia a la aplicación de diferentes tipos de leudantes (naturales e industriales) en diferentes masas madres para mejorar su sabor, tamaño, textura y duración; teniendo resultados favorables organolépticamente pero presentando problemas en el amasado por la naturaleza de las masas madre y en conservación por la ausencia de conservantes. Su recomendación abarca la utilización de harina panificable y realizar un buen amasado para obtener un producto de volumen óptimo, textura característica, agradable sabor. En relación con lo anterior es preciso tomar en cuenta que los panes deben consumirse en un corto tiempo y conservarlos en refrigeración para evitar la formación de mohos.

Montoya (2012) en su proyecto “mejora de las características tecnológicas y de los perfiles sensorial y nutricional de un producto de panificación mediante la formulación con aceite de oliva virgen” plantea mejorar dichas características mediante la utilización de aceite de oliva virgen, debido a que posee propiedades antioxidantes y elevado contenido de ácido oleico, para identificar el mejor producto en temas de formulación e interés comercial y los efectos del aceite de oliva virgen en relación a las propiedades fisicoquímicas y reológicas de la masa y su repercusión en el producto final. Ella concluye que al añadir este ingrediente en intervalos de 4% y 10% resulta en análisis físico, reológico y sensorial conformes, logrando establecer el nivel óptimo de la incorporación de aceite de oliva virgen. Es preciso señalar que en concentraciones elevadas disminuye la extensibilidad de la masa resultando en una capacidad fermentativa menor, no siendo aceptado por el panel de catadores. Dentro de sus recomendaciones, indica incorporar este ingrediente en las formulaciones de pan para mejorar sus atributos.

La investigación de Medina (2013) en la que realizó una serie de comparaciones basadas en la evaluación sensorial de pan de pulque. En el estudio recabó información sobre el nivel de agrado de cinco marcas de pan de pulque en relación a sus atributos (color, olor, textura y sabor). Ella concluyó que el pan de pulque de empanadas y semitas tuvieron una mejor aceptación debido a que cumple con las características que buscan los consumidores. Finalmente recomienda emplear la técnica QDA (Quantitative Descriptive Analysis) para conseguir un completo perfil sensorial de cada muestra y realizar mejoras en base a sus resultados. También plantea realizar los análisis bromatológicos y microbiológicos respectivos, además de evaluar los flujogramas detallados de cada marca de pan.

Ramírez (2012) desarrolló un proyecto sobre la “mejora de calidad sensorial y funcional de pan de molde blanco rebanado” cuya investigación hace referencia a mejorar la calidad del pan molde blanco a través de reformulación y análisis del proceso productivo para alcanzar los estándares demandados por los clientes. Concluyendo que en la formulación tradicional del pan de molde blanco, la masa madre aumentaba la tenacidad, lo que generaba problemas durante el formado generando baja calidad en el producto final. Además, corregir el proceso de producción generó reducción de tiempos y costos. Entre sus recomendaciones encontramos que fue necesario utilizar un prefermento que aportaba el desarrollo del sabor al producto final. Finalmente se recomienda la aplicación de la nueva fórmula y procesos obtenidos de dicha investigación para obtener el pan con las características deseadas por los clientes.

En 2009, Alasino desarrolló una investigación de “harina de arveja en la elaboración de pan. Estudio del efecto de emulsionantes como mejoradores de volumen y vida útil” la cual principalmente planteaba desarrollar una metodología apropiada para obtener harina de arveja y su dosificación en la elaboración de panes de molde, definiendo una formulación óptima. Dentro de sus conclusiones tenemos, como la más resaltante, que el pan considerado óptimo en este estudio, es aquel suplementado con 10% de harina de arvejas, inactivado térmicamente durante 1.0 minuto y aditivado con 1.2% de SSL y 55 ppm de ADA.

Tesis nacionales.

Jiménez (2000) desarrolló una investigación sobre la “evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado” cuya investigación hace referencia a la determinación del valor nutritivo de las galletas enriquecidas con harina de pescado y la evaluación de sus principales características sensoriales. Los resultados obtenidos en su investigación concluyeron en que el porcentaje (5%) de enriquecimiento con harinas de pescado puede sustituir, en razón proteínica neta, al de la caseína; además, la digestibilidad aparente es superior. Es preciso señalar que dicha incorporación afectó aspectos generales, aroma y color, pero el sabor y la textura fueron similares. Su recomendación fomenta el enriquecimiento de galletas con harina de pescado para consumo humano, previa investigación de factibilidad de producción de las mismas a escala industrial, realizando estudios de aceptabilidad.

De la Cruz (2009) desarrolló una investigación sobre la “complementación proteica de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) y suero en pan de molde y tiempo de vida” cuya investigación hace referencia a la aplicación del Método de Diseño de Mezclas para determinar el máximo porcentaje de incorporación de harina de quinua precocida y suero de leche en la formulación de pan de molde, en función a las restricciones establecidas: Harina de quinua precocida (0 a 20% b.h.) y suero de leche (2 a 6% b.h.). Los resultados obtenidos en su investigación concluyeron en que el porcentaje más adecuado de mezcla de harina de trigo, harina de quinua precocida y suero de leche fueron: 82.54%, 13.92% y 3.54% respectivamente, expresados en base húmeda, obteniendo un tiempo de vida útil de 11 días, utilizando el método gráfico de Riesgos acumulados de Weibull. Es preciso señalar que las características fisicoquímicas se vieron reflejados en pérdidas de volumen y altura; así como en incrementos de peso y color. Y las características sensoriales presentaron un aumento de sabor y color.

La investigación de Pino (2011) basada en la “caracterización fisicoquímica de la harina de maíz criollo (*Zea mays amylacea*) y su aplicación en la elaboración de pan”. En el estudio recabó información sobre desarrollar la metodología óptima que logre incorporar la harina de maíz amiláceo como sustituto parcial de la harina de trigo en la elaboración de pan, evaluando niveles de incorporación y calidad. Pino concluyó que es factible incorporar harina de maíz amiláceo como sustituto parcial de la harina de trigo en elaboración de pan, siendo posible enriquecerlo con harina de soya y lactosuero. Finalmente recomienda emplear sus estudios para resolver problemas de desnutrición infantil incorporándolos en programas de asistencia alimentaria, además de incentivar la siembra de esta materia prima.

Zumaeta (2013) en su proyecto de “optimización del tiempo de proceso de pan fortificado a partir de harina de plátano “*Musa paradisiaca L.*” y sachapapa morada “*Dioscórrea trifida L.*”” plantea recortar el tiempo de proceso de fabricación de un pan fortificado con estas harinas. Él concluye que la incorporación de estos dos insumos acorta el tiempo normal de procesamiento de un pan común; adicionalmente, la harina de sachapapa hizo que el pan fortificado obtenga una coloración muy bien aceptada en la evaluación sensorial. Dentro de sus recomendaciones, indica implementar la instalación de una planta de producción de harinas sucedáneas en la región Loreto, promover el desarrollo de la industria panificadora de sachapapa y plátano y, finalmente, realizar estudios de tiempo de vida útil de las harinas sucedáneas.

En 2015, Cochevare y Sánchez desarrollaron una investigación sobre el “pan dulce enriquecido con harina de *Chenopodium pallidicaule* (cañihua) y extracto de bazo de ganado vacuno” la cual principalmente planteaba desarrollar tres formulaciones de pan dulce utilizando el método de masa directa. Dentro de sus conclusiones tenemos, como la más resaltante, que el pan dulce elaborado y enriquecido con harina de cañihua y extracto de bazo de ganado vacuno de la formulación 3 (57% harina de trigo, 10% harina de cañihua y 22% de bazo) es la más recomendable debido a que tiene buena aceptabilidad y cubre más del 50% de los requerimientos de hierro de los niños en edad preescolar.

Estado Del Arte

El común, pero no documentado, origen dado por el término pre-fermento es que fue utilizado por primera vez por los panaderos polacos alrededor de 1840, de ahí su nombre (Barral, 1892).

En 2007, Young y Cauvain sostuvieron que un prefermento es fácil de hacer y por lo general consiste en una simple mezcla de harina de trigo, agua y un agente de fermentación (típicamente levadura). Existen dos escuelas de pensamiento en cuanto a la inclusión de sal o azúcar. Ambos actúan para inhibir o disminuir la velocidad de crecimiento de la levadura, tal como se determina por el tiempo de prueba o aumento. Por lo tanto, no se incluyen normalmente y en su lugar se añaden a la masa final. En última instancia, el resultado final dependerá de las cantidades de cada ingrediente y de prefermento empleado al final de la formulación.

Khachatourians (1994) señaló que algunos procesos se reservan un pedazo de prefermento antes de incorporar y mezclar el resto con la masa final, esta pieza reservada de masa vieja no implica ningún contenido de sal, a menos que se haya añadido al prefermento inicial.

Los productos horneados con alto contenido en grasa (15-45%) y azúcar (10-20%) también pueden beneficiarse de prefermentos. La estructura y características de la miga son mejoradas. El tiempo de fermentación del prefermento varía de 1 a 4 horas a una temperatura de 25°C utilizando 30% de la harina total. La totalidad del importe de la levadura se pide en la formulación se utiliza en el prefermento. La absorción también depende de las condiciones de trabajo en la panadería (Lorenz; Bruemmer, 2003).

Uno de los factores muy importantes a tener en cuenta son las condiciones de fermentación. Consiste en establecer el lugar, humedad y temperatura controlada para poder controlar la fermentación.

Fermentation is sometimes performed in a warm place, or a humidity- and temperature-controlled environment. Cooler-than-room or refrigeration temperatures decelerate growth and increase the time interval (Calvel, 2001, p. 44).

Too warm of a temperature slows growth, while even higher temperatures will kill the yeast. Death of the yeast cells occur in the range of 50–60°C (122–140°F) (His-Mei; Tze-Ching, 2006, p. 148-11).

When cooling a levain or sourdough pre-ferment, if the dough temperature drops below 10°C (50°F) it affects the culture and leads to the loss of a particular aroma in the baked bread (Calvel, 2001, p. 90-92).

Las pruebas de horneado experimentales han demostrado que la formulación determina críticamente características de la masa, maquinabilidad, desarrollo de color y a la miga en su estructura, aroma, sabor y calidad de productos formulados con altos niveles de grasa y azúcar. Los prefermentos afectan favorablemente el hinchado final, volumen del producto y características de la corteza, así como la suavidad de la miga. Las mejoras de sabor generalmente no son perceptibles (Kulp & Lorenz, 2003).

Marco teórico

Generalidades.

El pan es parte importante del grupo de alimentos que es pilar en la alimentación de todas las culturas gracias a los valores nutritivos que aporta, accesible económicamente y a la facilidad del empleo de los cereales. Estos se caracterizan debido a que la semilla y el fruto prácticamente forman la misma estructura (el grano). De esta manera se denomina cereal a las plantas gramíneas (Familia Poaceae) y a sus frutos secos, enteros, maduros y sanos (Martín, 2007).

Desde tiempos remotos, el pan es considerado un alimento elemental en la alimentación de las civilizaciones. Posiblemente en sus inicios los panes habrían estado hechos a base de harinas de bellotas o de hayucos. Se cree que la cultura egipcia fueron los que descubrieron la fermentación por casualidad ya que ellos elaboraban pan (H.E, 1997)

Se define la palabra pan como el “producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies de microorganismos propias de la fermentación panaria como el *Saccharomyces cerevisiae*”. Al utilizarse harinas de

otros cereales, se denomina al pan en base al cereal empleado, teniendo como ejemplo al pan de maíz, pan de centeno, etc. (Ávila, 2007)

El pan tiene como principal componente al almidón por este motivo es abundante en carbohidratos complejos, posee gran cantidad de proteínas de origen vegetal, y su contenido de grasa es muy bajo. Considerado buena fuente de vitaminas B y de minerales como el potasio, fósforo y magnesio. Debido a estos motivos los nutricionistas definen el pan como un “ingrediente” inamovible de la base de la pirámide nutricional y base de la alimentación, siguiendo fielmente lo acontecido a lo largo de nuestra evolución en casi todas las culturas (Incerhpan, 2007).

Funciones de los componentes en el pan.

Desde tiempos remotos, en la Etapa Lítica de la evolución humana se elaboraba una masa a base de trigo triturado y agua, la cual no era muy digestiva. Con el pasar del tiempo se descubrió al mezclar una masa elaborada en el momento con una masa elaborada un día antes, la masa final resultaba ser más blanda y en el tiempo cogía mejor forma que la masa inicial. Esta técnica fue bautizada como masa madre. La levadura artificial fue descubierta en el S.XIX y como consecuencia revolucionó la panificación. (Dupaigne, 1999)

La formulación del pan a base de harina de trigo que convencionalmente es utilizada consta de 100 partes de harina de trigo, 60 partes de agua, 2 partes de sal, y 2 partes de levadura ecológica (Godon, Popineau, & Ducarouge, 1981). Por otro lado, es común adicionar algunos ingredientes y aditivos en esta clásica formulación con el fin de mejorar la calidad del pan (Hoseney & Seib, 1978). Dicho esto entonces se puede encontrar azúcar, leche desnatada en polvo (o un sustituto), malta, emulsionantes, inhibidores de molde, enzimas (amilasas) y oxidantes (Lai & Lin, 2006).

Doerry (1995) resume las principales funciones de los componentes más importantes que se emplean en la elaboración del pan en la Tabla 1.

La textura es un aspecto fundamental del pan la cual se ve afectada por varias características del almidón tales como gelatinización y descenso (Miyazaki, Van Hung, Maeda, & Morita, 2006).

Tabla 1. Funciones de los principales componentes utilizados en el pan.

Componente	Función	Descripción
Harina	Estructura	1.La proteína (gliadina y glutenina) y el agua forman un material viscoelástico (gluten) para retener el gas que se forma por la fermentación de azúcar y contribuir a la formación de la estructura masa de pan. 2.El almidón + agua + calor forman una pasta viscosa que fija el gel después de la cocción. Durante el almacenamiento, el almidón cristaliza (retrógrada) y contribuye al fortalecimiento (la mayor parte de la rancidez) del pan. 3.El contenido de proteína de la harina de pan es 11 a 13% (en un contenido de humedad del 14%).
Agua	Hidratación	1.Hidrata la proteína para formar el gluten. 2.Hidrata las paredes celulares de los polisacáridos no amiláceos en la harina y rompe los gránulos de almidón. 3.Sirve como un agente disolvente, dispersante y de medio para la producción de las reacciones químicas y bioquímicas. 4.Ayuda a la movilidad de la masa
Levadura	Hinchamiento	1.Las levaduras producen CO₂ y etanol por fermentación de los azúcares fermentables. 2.La levadura acondicionan bioquímicamente la masa. 3.La levadura forman los precursores del sabor. 4.La velocidad de fermentación se controla por la temperatura, nutrientes, nivel de agua, el pH, la concentración de azúcar, sal, y nivel y tipo de levadura.
Sal	Potenciador del sabor	1.La sal ayuda a controlar la fermentación. 2.Endurece la masa cuando interactúa con el gluten. 3.La sal extiende el desarrollo de la masa (adición tardía de sal en la mezcla de la masa reduce el tiempo de mezcla en un 10-20%).

Alimento mineral de levaduras	Control de la fermentación	1. Es un acondicionador de agua (por ejemplo sales de calcio). 2. Es un acondicionador de levadura (por ejemplo, sales de amonio). 3. Es un acondicionador de masa de pan (por ejemplo, agentes oxidantes).
Azúcar	Fuente de energía para la levadura	1. Contribuye a la fermentación de hidratos de carbono. 2. El azúcar está implicado en el sabor (azúcares residuales) y subproductos de fermentación. El azúcar es un componente de tipo Maillard durante el horneado. 3. El azúcar está presente en el color de la corteza resultante de la caramelización (azúcar + calor) y pardeamiento no enzimático (el azúcar reductor + un grupo amino de las proteínas, aminoácidos, etc.)
Materia grasa	Lubricación	1. La grasa facilita la expansión de las burbujas de gas de la pasta. 2. La grasa lubrica las cuchillas durante el corte rebanadas del pan. 3. La grasa prolonga la vida útil de los productos horneados. 4. La grasa suaviza la corteza de pan.
Productos lácteos	Mejora la nutrición y color de la corteza	1. Proporcionan proteínas (alto contenido de lisina) y calcio. 2. Mejorar el sabor de los productos horneados. 3. Están involucrados en el color de la corteza (Reacción Browning y caramelización). 4. Tienen un efecto amortiguador en la pulpa y líquidos fermentados.

Fuente: Doerry (1995)

Dentro de los componentes de la formulación de la masa panaria, los principales son el agua y la harina, la cual se obtiene de la molienda de los cereales. Los demás ingredientes utilizados en la elaboración de pan precocido son: levadura, sal, mejorantes panarios, masa madre y grasas animales.

Trigo.

El trigo es una monocotiledónea, del orden de las glumíferas, familia gramíneas, género triticum y especie triticum durum. (Cendrero, 1938, p. 243)

Sánchez (2003) señaló que podemos clasificar el trigo en estos criterios:

Harinosos o vítreos.

Denominados así debido a la textura que posee el endospermo.

Trigos fuertes o flojos.

Los trigos fuertes generan harinas destinadas para elaborar unidades de elevado volumen, buena textura de la miga y buenas propiedades de conservación, son ricos en proteínas. Los trigos flojos solo son utilizados en la fabricación de panes de menor volumen y de miga gruesa, su contenido en proteínas es bajo.

Trigos duros o blandos.

Los trigos blandos se utilizan para extraer la harina empleada en la panificación. Los trigos son denominados duros debido a su elevada cantidad en gluten y a sus propiedades coloidales.

*Trigos de invierno y de primavera.***Harina.**

Aquel producto originado de la molienda de un cereal es denominado harina. En este estudio se empleará la harina de trigo.

A diferencia de las diversas variedades de cereales, solo el trigo y el centeno generan el tipo de harina que se requiere y es utilizado directamente en panificación, las cuales tienen el poder de contener los gases generados en la etapa de fermentación, en la cual se produce el incremento del volumen de la masa (Sánchez, 2003)

Según la FDA (Administración de Drogas de los EE.UU.), la composición de una harina de trigo por cada 100g es:

Tabla 2. Composición de la harina de trigo.

Tipo	Integral	Refinada	Reforzada
Agua	10.27 g	11.92 g	11.92 g
Energía	339.00 kcal	364.00 kcal	364.00 kcal
Grasa	1.87 g	0.98 g	0.98 g
Proteína	13.70 g	15.40 g	15.40 g
Hidratos de carbono	72.57 g	76.31 g	76.31 g
Fibra	12.20 g	2.70 g	2.70 g
Potasio	405.00 mg	107.00 mg	107.00 mg
Fósforo	346.00 mg	108.00 mg	108.00 mg
Hierro	4.64 mg	3.88 mg	4.64 mg
Sodio	5.00 mg	2.00 mg	2.00 mg
Magnesio	138.00 mg	22.00 mg	22.00 mg
Calcio	34.00 mg	15.00 mg	15.00 mg
Zinc	2.93 mg	0.70 mg	0.70 mg
Manganeso	3.79 mcg	0.68 mcg	0.68 mcg
Vitamina B1 (Tiamina)	0.40 mg	0.10 mg	0.70 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0.22 mg	0.04 mg	0.49 mg
Vitamina B3 (Niacina)	6.37 mg	0.00 mg	5.90 mg
Vitamina B6 (Piridoxina)	0.341 mg	0.04 mg	0.20 mg
Vitamina E	1.23 mg	0.06 mg	0.06 mg
Ácido fólico	44.00 mcg	0.00 mcg	128.00 mcg

Almidón.

En términos cuantitativos es componente principal de la harina, siendo un hidrato de carbono (polisacárido), cuyo rol fundamental es aportar energía y puede absorber casi el 40% de su peso en agua (Czaja, 1978).

En panificación interviene en dos procesos de transformación: la primera transformación genera azúcar fermentable ya que la harina posee azúcar pero no suficiente para generar la cantidad de gas requerido para lograr elevar el pan. Por otro lado, en la cocción se realiza su separación obteniendo dextrina, el cual es más fácil de asimilar por el organismo debido a que es un polisacárido cuyo peso molecular es menor que el almidón.

Proteínas.

Shewry y Halford (2002) clasificaron las proteínas de la harina en:

No forman masa (15-20%).

Proteínas sin importancia en panificación debido a que al ser solubles no tienen la capacidad de formar gluten, tales como la albúmina, globulina y péptidos.

Forman masa (80-85%).

Proteínas insolubles que al tener contacto con las moléculas de agua generan estructuras en forma de red atrapando al almidón. Tiene la capacidad de absorber casi el doble de su peso en agua, constituyendo el gluten.

Durante el proceso de panificación en el amasado se convierten en una masa pegajosa y parda, otorgándole las principales propiedades físicas a la masa y otras cualidades como el poder de contener los gases que se forman en la fermentación. En la etapa de cocción se coagulan desarrollando estructuras que mantienen la forma de la unidad. En este tipo de proteínas encontramos a la gliadina y a la glutenina

Las enzimas proteolíticas atacan las ligaduras internas de los ácidos amínicos de la cadena de proteínas, como consecuencia se realiza un cambio en la extensibilidad de la masa, el gluten y la viscosidad. Con estos atributos, este tipo de enzimas es muy comercial.

Azúcares.

Rosada (2010) nos relata que los azúcares suelen encontrarse en forma de sacarosa y maltosa (disacáridos) que al tener interacción con las enzimas invertasa y maltasa de la harina se genera azúcar invertido. De esta manera estos disacáridos se convierten en monosacáridos: glucosa y fructosa.



Funciones durante el horneado.

Su principal función es producir y dar color durante la “caramelización”, produciendo colores más oscuros y sabores más pronunciados (Reacción de Maillard). Además, ablanda la estructura del gluten añadiendo una textura suave al producto final y contribuye al brillo de la corteza con la presencia de dextrina (0.2%-0.3%).

Ayuda a aumentar su volumen incrementando la incorporación de aire y también ayuda a prolongar la vida útil debido a que favorece la retención de humedad, gracias a su capacidad higroscópica.

Vitaminas.

En 2003, Sánchez concluyó que las vitaminas más importantes presentes en la harina son las del grupo B porque son determinantes para el equilibrio nervioso en nuestro organismo, y las del grupo E debido a que ayudan a dar funcionalidad a los músculos y a mantener un buen estado de fertilidad. La vitamina E, también conocida como tocoferol, presente en el germen del trigo, es liposoluble. Debido a que tiene un elevado poder antioxidante ayuda a evitar el enmohecimiento del pan y por ende, alargar su tiempo de vida. La vitamina B es hidrosoluble y mayor porcentaje en la harina.

Tiamina (B1).

Tiene la propiedad de ser termolábil, llegando a soportar hasta los 100°C durante una hora, es decir, la cocción no garantiza que todas las vitaminas sean eliminadas.

Riboflavina (B2).

Es fotosensible, la pigmentación amarilla con fluorescencia verde es su característica más peculiar.

Niacina (B3).

A diferencia de la riboflavina, la niacina no es fotosensible, soportando también la oxidación y el calor.

Piridoxina (B6).

Vitamina presente en mayor cantidad en el salvado y en menor cantidad en el germen de trigo.

Fibra.

Actualmente se infiere que la dieta alimentaria tiene como factor de primer orden al consumo de fibra (AACC, 2001) y su ingesta debe darse en dosis lógicas porque si no provocaría problemas en el intestino como arrastres de calcio y cinc que al no ser absorbidos pueden provocar problemas en los huesos (Eastwood, 1992).

Aquellos compuestos como celulosa, lignina, hemicelulosa y pectinas definen lo que llamamos Fibra y están presentes o constituyen parte de las paredes celulares vegetales.

Minerales.

Los minerales se pueden definir como el contenido en cenizas presentes en la superficie externa de las capas del grano de trigo. Principalmente está constituida por sodio, calcio, potasio y magnesio (Beranbaum, 2003).

Agua.***Funciones del agua en panificación.***

En 2003, Beranbaum sostuvo que el agua tiene un rol importante en la formación de la masa, durante la fermentación y características organolépticas finales del pan. Ayuda a disolver los ingredientes facilitando su incorporación total durante la formación de la masa. Además interactúa con los almidones hidratándolos y de la mano con el gluten se forma una masa plástica y elástica.

El agua ayuda a controlar la temperatura de la masa, motivo por el cual en la mayoría de los casos se adiciona agua en forma de escamas de hielo, de esta manera se logra obtener la temperatura requerida. Durante la fermentación ayuda a disolver la levadura y la incentiva a que empiece a trabajar.

Otra de las características del agua es que hace viables a propiedades de la masa como la plasticidad y la extensibilidad, de tal manera que logre desarrollarse por el trabajo realizado por el gas que se produce durante la etapa fermentación.

Las características como el sabor y la frescura también son afectadas positivamente por la acción del agua ya que hace factible la porosidad y buen sabor del pan. Al tener poca agua en una masa resultaría en un producto seco y quebradizo. Durante el horneado se hacen más digeribles los almidones que han sido hidratados. Otro de los efectos del agua es que reduce la rigidez de la corteza del pan. La humedad del pan otorga esta frescura característica debido a que la pérdida de agua lo vuelve viejo y pesado.

Los efectos de las clases de agua en panificación.

Hamelman (2012) clasificó el agua en base a su dureza, la cual se debe a la cantidad de sales de calcio y magnesio presentes como bicarbonatos (dureza temporal) o sulfatos (dureza permanente). De esta manera se clasifican los tipos de agua en relación a su contenido de sales:

Agua blanda.

Su contenido de sales es menor a 50 ppm hacen ablandar el gluten resultando en una masa suave y pegajosa. Le da al pan un sabor desagradable. Se debe utilizar una menor cantidad de alimento para la levadura o aumentar la sal en la fórmula.

Agua dura.

Su contenido de sales está entre los 50 y 200 ppm indican que provienen de sulfatos actuando como alimentos de las levaduras y ayudan a fortalecer el gluten, pero si se emplea en exceso, endurecen el gluten y retardan la fermentación. Otorga buen sabor al pan.

Agua salina.

Su alto contenido de sales es superior a los 200 ppm producen ese sabor característico pero si se emplea en exceso retarda y debilita la fermentación, motivo por el cual se debe disminuir la cantidad de sal en la fórmula.

Agua alcalina.

Su alto contenido de sales es superior a los 200 ppm una de sus características principales es que reduce la fermentación, para esto se debe emplear mayor cantidad de levadura o también se puede utilizar ácido láctico o masa madre ácida.

Por este motivo el agua medianamente dura es la ideal para panificación por lo que al contener la cantidad suficiente de sales minerales ayuda a reforzar el gluten y de esta manera sirve como alimento para la levadura.

Sal.

La propiedad fundamental de la sal es que sirve de regulador durante la fermentación, también mejora la plasticidad de la masa, aumenta el poder de hidratación de la harina, mejora el rendimiento de la panificación, controla la acción de la levadura regulando el consumo de azúcares, favoreciendo la coloración y finura de la corteza, y restringe la actividad de las bacterias productoras de ácidos (McGee, 2007).

En términos de proporción de sal a adicionar será como máximo el 2% sobre materia seca. Es recomendable que la proporción de sal sea mayor en harinas recién molidas o débiles (Lepard, 2004). La sal tiene un ligero efecto fungicida, permitiendo alargar la vida comestible del pan (Calvel & Wirtz, 2013).

Levadura.

Existen dos tipos: las levaduras biológicas transforman los azúcares en CO₂, alcohol etílico y energía, es decir, llevan a cabo la fermentación biológica del producto. A diferencia de la levadura biológica, las levaduras gasificantes son utilizados para estimular la elevación de la masa pero sin comprometer la transformación de ningún otro componente de la harina (Sánchez, 2003).

En la industria panadera la levadura más utilizada es la levadura biológica *Saccharomyces cerevisiae*, que por medio de la producción de alcoholes, ácido acético, butírico y láctico, éteres y aromas típicos de panificación, logra desarrollar parte del sabor y aroma.

Tipos de levaduras.

Se puede encontrar los siguientes tipos de levadura:

Levadura activa seca: En forma granulada.

Levadura líquida.

Levadura prensada o en pasta.

Levadura seca instantánea.

Masa madre.

En 2003, Sánchez sostuvo que actualmente cuando se refiere a masa madre se habla de fórmulas equilibradas de la misma pero antiguamente se referían a una de origen natural. La masa madre no solo otorgará mejor olor y sabor sino que también contribuirá en la formación de una masa más estable y compacta, lo cual se resume en diferencias mínimas existentes entre el pH de una masa y otra durante producciones elevadas.

Uno de los métodos mayormente empleados para hacer una masa madre es realizando un amasado normal, la cual será dejada a temperatura de ambiente por tres horas aproximadamente para luego refrigerarla de 5 y 8°C, manteniendo la masa en este rango de temperatura hasta que se requiera usarla.

El método comúnmente empleado en panificación es el método mixto, en el cual se adiciona masa madre y levadura prensada, sin dejar reposar la primera antes de la división. Uno de los requisitos al utilizar este método es que se necesita una buena masa madre que relevar el efecto de la falta de reposo previo a la división y garantizar no solo la fuerza a la masa en la etapa de fermentación, sino que también garantice una proporcionada expansión del pan durante la etapa de horneo (sin la necesidad de utilizar altas dosis de mejorantes) y una adecuada conservación futura.

En este estudio se empleará el método mixto teniendo en cuenta que se usará masa madre deshidrata para controlar el alto número de amasadas y de esta manera poder obtener masas que posean características muy similares en distintas amasadas.

Si se requiere obtener un elevado desarrollo fermentativo y maximizar la producción de CO₂ en el pan, se logra ajustando el pH a valores entre 5.0 y 6.0,

siendo los valores de pH de 5.4 a 5.8 los más óptimos. Un adecuado proceso fermentativo se da entre los valores de pH que se encuentran en el rango de 4.0 y 4.5 donde se busca obtener una acidez óptima que favorezca la conservación de la masa madre.

Mejorantes Panarios.

Son ingredientes agregados al pan en pequeñas dosis para potenciar las características que posee inicialmente la harina, tales como el color, contenido en enzimas y las características de plasticidad en la masa (Sánchez, 2003).

Un maestro panadero generalmente utiliza el mejorante completo que está constituido por diacetil tartárico (E-472e), ácido ascórbico (E-300) y enzimas α -amilasas (Melville, 1938), los cuales suministran una elevada expansión del pan durante la etapa de horneado. Se debe moderar su uso, ajustando con el fin de conseguir el volumen adecuado en la etapa de fermentación y no por el crecimiento del pan durante la etapa de formado. Si la hinchazón del pan es exagerada durante la etapa de horneado se pone en peligro que durante la etapa de enfriado se arrugue el pan.

Grasas.

Según la definición del Código Alimentario Español, las grasas son aquellos productos que en su composición tiene mayor cantidad de materia grasa de origen animal, vegetal o sus mezclas, en las cuales priman los glicéridos de los ácidos grasos como principales constituyentes.

Al usar pequeñas cantidades de grasa en el amasado, tales como margarinas por su bajo punto de fusión, resulta en un pan con mayor grado de flexibilidad y es más tierno, que una vez horneado ayuda a prolongar su duración.

Las propiedades de la materia grasa en panificación son de emulsificante, extensibilidad, lubricación (hace al pan crujiente y suave) y volumétrica (hace que el pan adquiera un mayor volumen).

Tipos de pan.

Según el Codex Alimentarius, el pan es clasificado en los siguientes tipos:

Pan común.

Este tipo de pan es también conocido como pan bregado de miga dura, pan español o pan candeal: “es el obtenido mediante elaboración especial, en la que es indispensable el uso de cilindros refinadores”. Caracterizado por su miga de color blanco y consistente. Comercializado en forma de hogaza, barra o rosca.

Pan de flama.

También llamado pan de miga blanda: “es el obtenido con mayor proporción de agua que el anterior y no está refinado por cilindros”. Considerado un pan común. Por ejemplo: baguette, chapata, etc.

Panes especiales.

“Son toda clase de panes diferentes a los anteriores y que tengan alguna cualidad característica: no llevar sal, no llevar levaduras, llevar grasas o algún otro complemento panario o la forma de moldeado”. Entre este tipo de panes tenemos:

Pan integral.

“Es el pan elaborado con harina integral o a partir de grañones convenientemente tratados”. En comparación con el pan común posee una textura menos fina y mayor contenido en fibra. Los grañones son el resultado de la tritución de los cereales. Comercializado en forma de molde y barra.

Pan francés.

Llamado también pan de Viena: “es el pan de flama elaborado a base de masa blanda, entre cuyos ingredientes entran, además de los citados, el azúcar, la leche o ambos al mismo tiempo”. Comercializado como panecillos individuales.

Pan de gluten.

“Es el pan de harina de trigo enriquecida con gluten en proporción no inferior al 30% de gluten seco. Si la cantidad de gluten seco fuese superior al 16% e inferior al 30%, se denominará pan glutinado”. Posee baja cantidad de almidón y es rico en proteínas, por estos motivos son indicados para las personas diabéticas.

Pan enriquecido.

“Es el elaborado con harinas enriquecidas”.

Pan de centeno.

Elaborado a base de una formulación mixta de harina de trigo y centeno.

Pan biológico.

Denominado de esta manera debido a que la harina de trigo proviene de campos de agricultura biológica.

Pan rallado.

Es el pan de trigo que ha sido triturado industrialmente.

Pan de molde.

El pan de molde tiene entre sus componentes a aceites y/o grasas, azúcar y leche en polvo. Su elaboración consiste en colocar la masa en un molde y hornear. En comparación con el pan común, el pan de molde se conserva en perfectas condiciones durante más tiempo. A partir del pan de molde podemos obtener el pan tostado o también denominado biscote: “es el pan común o pan de molde que, después de cocido, se parte en rebanadas y se somete a un proceso de tostado que lo deshidrata; su período de conservación es muy elevado”.

Pan refrigerado.

Este pan es vendido ya preparado y listo para hornear. Puede conservarse varios días a temperaturas de refrigeración. (Martín et al., 2007)

A continuación, se presentan algunas variedades de pan en tablas que muestran su composición y valor nutricional (por cada 100g):

Tabla 3. Contenido en macronutrientes de variedades de pan.

Variedad	Energía (kcal)	Agua (g)	Proteína (g)	Lípidos (g)	Glúcidos (g)	Fibra (g)
Pan blanco (común)	261.00	34.90	8.50	1.50	51.50	3.50
Pan blanco tostado	262.00	37.50	6.80	4.40	46.00	5.30
Pan de centeno	230.00	40.50	6.20	1.00	45.80	6.50
Pan de molde	272.00	34.90	7.90	3.80	49.90	3.60
Pan de molde integral	259.00	36.10	10.90	3.00	44.00	6.00
Pan tipo hamburguesa	271.00	36.20	7.50	4.70	47.50	4.10

Tabla 4. Contenido en micronutrientes de variedades de pan.

Variedad	Ca (mg)	Fe (mg)	Mg (mg)	Zn (mg)	Vitamina B ₁ (mg)	Vitamina B ₂ (mg)	Vitamina Niacina(mg)
Pan blanco (común)	56.00	1.60	25.10	0.61	0.09	0.06	3.00
Pan blanco tostado	114.00	1.00	25.00	0.78	0.36	0.27	6.20
Pan de centeno	29.00	2.40	35.00	1.20	0.18	0.11	3.00
Pan de molde	91.00	2.30	21.90	0.50	0.20	0.05	3.10
Pan de molde integral	99.00	3.80	58.00	1.40	0.35	0.33	6.70
Pan tipo hamburguesa	211.00	2.30	34.00	1.80	0.32	0.14	2.50

El proceso de panificación.

Landraf (2002) señala que el método convencional consta de cuatro etapas para elaborar un pan de trigo:

Amasado.

Implica la aplicación de una fuerza mecánica para asegurar la homogenización de los ingredientes (Peighambardoust, Fallah, Hamer, & van der Goot, 2010). Esta etapa se lleva a cabo en dos fases: el templado y amasado (como tal).

El templado es una operación a baja velocidad que sirve para mezclar los ingredientes e hidratar la harina, incorporando agua al gluten del almidón de la harina. Las partículas de gluten se hinchan y forman una red similar en andamios.

Posteriormente se realiza el amasado a velocidades cercanas al doble de rápido del templado. Este método consiste en desarrollar la red de gluten.

Formación.

Considerado el primer paso de la fermentación de la masa de pasta. Se divide en cuatro fases (Landraf, 2002):

El levado tiene como principal objetivo dar fuerza a la masa, desarrollar la red de gluten volviéndose más firme, elástica y extensible, capaz de retener el CO₂. El segundo objetivo es promover el desarrollo de aromas de pan.

La división es el proceso que consiste en fraccionar la masa inicial de acuerdo a lo que se requiera como producto panario final.

El boleado es la operación de formar pequeñas bolas de masa a partir de la división.

El reposo es la fase final y consiste en dejar que la masa se expanda.

Acondicionamiento.

Proceso considerado la segunda etapa de fermentación, se aplica a las bolas de masa. Se divide en dos fases (Landraf, 2002):

La formación consiste en dar esa forma final característica al pan.

El acondicionamiento sirve para dejar fermentar e inflar la masa, preferiblemente a temperatura y humedad relativa controlada.

La cocción.

El horneado se lleva a cabo aproximadamente a 250°C, es fundamental que el horno deba estar precalentado para evitar que se pierda cierta cantidad de calor al introducir la masa. Este proceso suele durar entre 40 y 60 minutos (el tiempo depende del tamaño de la masa a ser horneada).

El mecanismo de expansión en pan de trigo.

El trigo es el cereal más utilizado para la fabricación de pan (Cauvain & Young, 2007). Una masa a base de harina de trigo posee propiedades viscoelásticas únicas que permiten la formación de la estructura de una buena barra de pan (Kokelaar, van Vliet & Prins, 1996). Esta masa tiene la capacidad de retener los gases producidos por la levadura durante la fermentación por un largo tiempo (Bloksma, 1990), a través de la formación de una red de proteínas de gluten (Gallagher, Gormley & Arendt, 2004; Liu, Sheperd, & Rathjen, 1996; MacRitchie de 1989 Miyazaki et al., 2006) que interactúan con el almidón para determinar la textura del producto (Miyazaki et al., 2006).

El mecanismo de expansión en pan de trigo puede ser explicado de la siguiente manera:

El amasado convierte la harina y el agua en una masa visco-elástica cohesiva, en la que se distribuyen aleatoriamente microburbujas gaseosas (Bloksma, 1990). Se considera que la matriz de gluten de almidón rodea y estabiliza estas burbujas de gas (Bloksma, 1990; Hosene, 1992). Al final del amasado, las paredes suaves de los alveolos están cubiertas con una película de líquido que contiene moléculas tensoactivas que en caso de ruptura de la matriz de proteína bajo el efecto de la presión de dióxido de carbono, la película es una barrera impermeable al gas e impide su escape.

La producción de CO₂ por la levadura durante la fermentación de la masa aumenta el volumen de retención de gas de las células y la expansión de la masa (FE expansión forzada). El exceso de presión en las células de retención de gas con respecto a la presión atmosférica es necesaria para esta expansión (Bloksma, 1990).

El proceso de horneado se compone de dos fases. La primera, una última expansión de la masa debido al aumento de la temperatura y la dilatación de los gases retenidos en las células: el CO₂ liberado por la fermentación, sino también el vapor de agua que se forma cuando la temperatura supera los 100°C. Y la segunda, la apertura de las burbujas debido a la presión y la absorción de agua por las moléculas de almidón durante la gelatinización detienen la expansión.

En 2002, Sevenou, Hill, Pesheck, Enz y Mitchell describen la masa en expansión como una espuma formada de células de gases cerrados independientes, y el final de la expansión como una transición de la estructura de espuma a una estructura de esponja formada de células abiertas interconectadas.

Levaduras y Prefermentos.

Definición y funciones.

La definición de levaduras comprende a los hongos unicelulares que gracias a su metabolismo de replicación son indispensables para la panificación ya que, en el medio adecuado (harina y agua) se logra realizar un proceso llamado fermentación alcohólica que transforma una molécula de carbohidrato en dos de CO₂ y dos de alcohol etílico (siendo superior a cualquier otro componente orgánico secundario). Este proceso continúa hasta agotarse el alimento, constituido por azúcares de los carbohidratos, o hasta el autoenvenenamiento generado por los productos de la reacción (Suas, 2008).

Rosada (2010) define a los prefermentos como cultivos a base de levadura y agua, y en algunos casos sal. Esta masa se fermenta con la intención de incorporarla a la masa final en un período controlado de tiempo. Su objetivo principal es extender el tiempo de fermentación con el fin de extraer el sabor del cereal al máximo, mejorar la corteza, potenciar las propiedades antimohos y antibacterianas, también busca alcanzar un óptimo equilibrio entre las propiedades físicas de la masa: extensibilidad y tenacidad (Barriga, 2003).

Estos dos ingredientes juegan un papel importante en el proceso de panificación y trabajan bajo dos objetivos primordiales (Reinhart, 2006):

El primero es la producción de dióxido de carbono (CO_2) que permite el esponjamiento y aumento de volumen de la masa, así como la expansión del pan en el proceso final de horneado. Pero se detiene al alcanzar los 55°C durante el horneado, a esta temperatura las células de levadura mueren y se detiene toda actividad fermentativa.

El segundo objetivo es la producción de ácidos orgánicos que mejorarán las propiedades físicas de la masa creando un equilibrio entre extensibilidad y tenacidad durante el proceso de formado, además de generar y potenciar las características organolépticas del pan final tales como aroma y sabor.

Tipos de levaduras y prefermentos.

En 2003, Barriga señala que se pueden realizar varias clasificaciones dependiendo de su utilización, obtención u otro parámetro:

Según su utilización.

Masa directa: se añaden levaduras (comerciales y químicas, en cantidades necesarias para fermentar adecuadamente) en el proceso de mezclado o en el amasado. Al realizar esta técnica, se sacrifica el sabor final del pan por el tiempo de fermentación y para compensarlo se requiere incorporar ingredientes que potencien el sabor, tal es el caso del pan blanco enriquecido, panes de molde, entre otros. Este método es el más reciente (desde 1920) debido a que actualmente existe un incremento de producción que debe ser compensado con un menor tiempo de elaboración.

Masa indirecta: o de prefermentos, en donde una masa es elaborada y fermentada previamente (masa inicial fermentada) para posteriormente incorporarla a la masa final durante el proceso de mezclado o en el amasado. Esta técnica es utilizada para largos procesos de fermentación en donde se requiera potenciar el sabor y la textura, mejorar la conservación y buena digestión del pan, ya sean panes franceses, integral, de centeno, entre otros (Reinhart, 2006).

Según su obtención.

Levadura biológica: obtenida por cultivo industrial a partir de cepas seleccionadas de *Saccharomyces cerevisiae*. En función del grado de prensado y secado, se

puede obtener levadura en forma de crema semi-líquida (alto poder de fermentación, utilizada en procesos industriales de panificación), en forma de pastillas de levadura prensada (levadura fresca de panadero, utilizada en procesos artesanales) y levadura instantánea en polvo (concentración tres veces mayor que la levadura fresca) (Suas, 2008).

Levadura química: se utiliza productos químicos como bicarbonato sódico (baking soda) y levadura para repostería (baking powder) los cuales reaccionan en el medio acuoso de la masa generando instantáneamente gas carbónico, es por eso que se emplean para hacer panes rápidos como el pan de soda irlandés. Su uso es actualmente muy limitado en panadería (Reinhart, 2006).

Prefermentos: como anteriormente se había mencionado, los prefermentos son fracciones de masa que se fermentan anticipadamente a su incorporación a la masa final en el proceso de panificación. Utilizados con el fin de alargar el tiempo de fermentación y así extraer el sabor del cereal, mejorar la corteza del pan, potenciar las propiedades antimohos y antibacterianas, y adicionalmente alcanzar un óptimo equilibrio entre las propiedades físicas de la masa: extensibilidad y tenacidad (Barriga, 2003).

Los prefermentos podemos dividirlos en tres tipos en función del producto que se desea obtener (Suas, 2008):

a) Prefermentos con levadura comercial: son aquellos que se preparan y consumen en las 24 horas anteriores a la producción del pan final. Sus componentes principales son harina, agua, levadura comercial y, en algún caso, sal. Estos prefermentos producen una fermentación poco ácida, con mayor cantidad de ácido láctico que ácido acético (Barriga, 2003). Se presentan los cuatro prefermentos con levadura comercial:

El “poolish” es un método ideal para hacer un pan casero de mayor calidad que el fermentado solo con levadura comercial, y con menos acidez que el fermentado solo con levaduras naturales. Para su elaboración se utiliza harina de fuerza la cual debe estar muy hidratada (100-105%) y poca levadura fresca (0.25-0.50%) fermentando esta mezcla a temperatura de ambiente para luego incorporarla a la masa final. Su adición a la masa final debe ser cuando alcance el

volumen máximo, es decir, la madurez del prefermento (Reinhart, 2006). El tiempo de fermentación, el cual varía entre 3-7 horas, estará en relación a la harina utilizada, cantidad de levadura y temperatura. El pan característico a base de este prefermento es el baguette.

Suas (2008) señala que entre sus beneficios encontramos una mejor fijación del agua por parte del almidón y una rápida acción enzimática y fermentativa, mejora la extensibilidad, reduce el tiempo de amasado, aumenta el tamaño del alveolado y por tanto el volumen final del pan. La característica de la corteza es fina y crujiente (Reinhart, 2006). Por estar hecho a base de levadura comercial debe utilizarse antes de las 24 horas de su elaboración.

El “biga” es originario de Italia pero actualmente es un término genérico, se debe revisar los porcentajes de calidad de la harina para diferenciarlo de otro prefermento (Reinhart, 2006).

La composición típica del biga es harina hidratada al 55% (Suas, 2008) o al 66% (Reinhart, 2006). La concentración en levadura fresca también oscila entre el 0.8-1% (Suas, 2008) y un 1.5% (Reinhart, 2006). A diferencia del poolish, el biga es más consistente y puede ser amasado mecánicamente para luego rociar su superficie con aceite y dejar fermentar a temperatura ambiente, con las mismas consideraciones del poolish (Reinhart, 2006). Se recomienda utilizar este prefermento para productos con harinas muy fuertes (brioche, stollen), o de alta hidratación como el ciabatta.

Para Suas (2008) los beneficios de este prefermento radican en que al tener una mayor consistencia, tendrá mayor volumen y en un mejor desarrollo del sabor.

La “esponja” es un prefermento de origenario de Inglaterra actualmente desplazado por métodos de masa directa con acondicionadores de masa para sustituir la acción de la esponja. A pesar de ello, se sigue utilizando en Europa y Estados Unidos para la producción de masas enriquecidas (Barriga, 2003).

Este prefermento es más consistente (60% de hidratación) y con mayor cantidad de levadura, actuando más rápido que el poolish, permitiendo el

desarrollo de un sabor más dulce. Elaborado similarmente al biga, se debe utilizar este prefermento en su punto óptimo de maduración, aportando el grado de acidez necesaria para una adecuada consistencia de la masa y el desarrollo del buen sabor del pan (Suas, 2008). Utilizado para elaborar pan de molde inglés, algunas masas dulces y el “Pain de campagne” francés.

Una esponja que usa baja cantidad de la levadura y que es fermentada durante la noche ofrece al panadero un rango de tiempo más largo generando mayor acidez, de esta manera el producto final tendrá mejor sabor y una vida útil más larga (Rosada, 2010).

Finalmente, tenemos la “masa fermentada” en donde el prefermentado es la masa ya fermentada de un lote de producción de pan normal (harina, agua, levadura y sal) cuyo tiempo de fermentación de 3-6 horas a temperatura ambiente. Por estos motivos es el único prefermento que ha tenido un amasado completo antes de ser utilizado y que contiene sal (Suas, 2008). Se adapta muy bien a la producción artesana de pan a nivel comercial. La concentración de masa fermentada en la masa final está relacionada directamente con la receta, en la que normalmente se utiliza una proporción del 20 al 30% (Reinhart, 2006).

Su incorporación genera beneficios cualitativos en cualquier tipo de pan y extrae lo mejor de lo obtenido solo con levaduras naturales (más sabor pero de fermentación lenta) y el fermentado solo con levadura comercial (levado rápido pero pan insípido). El beneficio radica en que el cultivo microbiológico se mantiene (y enriquece) de forma ininterrumpida durante años y décadas (Barriga, 2003).

b) Prefermentos con microorganismos de origen natural: se realiza exclusivamente mediante la acción de las levaduras naturales y bacterias presentes en las harinas y en el ambiente (Barriga, 2003). Existen dos tipos:

“Starter” o “barm” es el proceso que consiste en preparar un cultivo a base de estas levaduras y bacterias con harina y agua (Reinhart, 2006). En comparación con los prefermentos con levadura comercial, el starter es un cultivo que no solo se puede usar para un lote de pan sino que se va manteniendo y refrescando sucesivamente para que esté siempre disponible para su uso en los

próximos lotes de pan (Suas, 2008). Utilizado en panes rústicos de formato grande, panes de centeno e integrales, y masas de hidratación media y alta.

Para poder explicar cómo ocurre el cultivo, tenemos que la harina es la fuente principal de energía para los microorganismos debido a que 01 gramo contiene aproximadamente 13,000 células de levaduras y 320 células de bacterias lácticas (Sánchez, 2003). La mayoría de las levaduras son de la familia de la *Saccharomyces cerevisiae* la cual fermenta en un entorno ligeramente ácido (pH 5.0-5.5) siendo las responsables de la fermentación alcohólica de los azúcares simples (glucosa y fructosa) provenientes de la harina o de la actividad enzimática (amilasa) que disocia los azúcares más complejos (sacarosa, maltosa, almidón) de la harina en azúcares simples (Quaglia, 1991).

Aparte de las levaduras, intervienen las bacterias que pertenecen a la familia de los bacilos y lactobacilos, pudiendo ser homofermentativos (solo producen ácido láctico) o heterofermentativos (producen ácido láctico, ácido acético y dióxido de carbono). Dichas bacterias intervienen de forma importante en la obtención de aroma, sabor y capacidad de conservación en el pan. (Khachatourians, 1994). El ácido láctico permite la producción de sacaromicetos cuya función es inhibir la aparición de hongos, mejora la elasticidad y extensibilidad, y potenciar el sabor del pan. Al igual que el ácido láctico, el ácido acético actúa como inhibidor de bacterias y moho pero la diferencia se genera porque aumenta la tenacidad del gluten y vuelve insípido al pan si se genera en concentraciones inadecuadas (Dupaigne, 1999). Es importante favorecer un ratio óptimo entre ácido láctico/ácido acético de 3/1 para garantizar la estabilidad del cultivo y la calidad del pan final. Para ello, también hemos de tener en cuenta que una mayor hidratación y temperatura ambiente favorecen la formación del ácido láctico (Reinhart, 2006).

Al tener un conocimiento de lo que ocurre en el cultivo, el siguiente paso es prepararlo. Para esto, los microorganismos necesitan tres elementos clave para prosperar en el cultivo: alimento (azúcares de la harina), agua y oxígeno, sumado a la temperatura promedio de producción del cultivo (normalmente de 18°C a 30°C) de 24°C; tener en cuenta que inferior a los 18°C la actividad es nula y superior a los 30°C se producirán reacciones microbiológicas (Khachatourians, 1994).

En 2006, Reinhart propone una receta para la preparación de este cultivo, la cual es simple y se adapta a las condiciones “de panadería casera”; en caso las cantidades indicadas sean muy elevadas se debe proporcionar.

Primer día: mezclar 120g de harina de trigo con 175g de agua a temperatura ambiente en un recipiente de 2 litros, batir correctamente para que la papilla quede aireada. Para enriquecer la preparación del cultivo con mayor cantidad de levaduras naturales se propone poner a remojar pasas orgánicas un día antes y utilizar esta agua para la preparación del cultivo. Dejar reposar a temperatura ambiente. En esta etapa no se debe añadir ningún otro ingrediente como yogur, azúcar, limón, levadura comercial, sal, entre otros.

Segundo día: A las 24 horas, es difícil observa alguna reacción. Se debe adicionar 130g de harina blanca de trigo rica en gluten (harina de fuerza para soportar mejor los procesos de degradación ácida y enzimática) y 120g de agua, y mezclar hasta homogenizar la masa.

Tercer día: a las 48 horas de haber iniciado la masa empieza a fermentar, creciendo aproximadamente un 50% en volumen. Debido a esto se debe descartar la mitad de la masa obtenida y añadir 130g de harina blanca de trigo rica en gluten y 120g de agua, mezclar hasta homogenizar la masa y anotar el volumen.

Cuarto día: El cultivo debería haber crecido cerca del doble del volumen del tercer día. Descartar la mitad de la masa obtenida y añadir 130g de harina y 120g de agua. Si el cultivo funciona adecuadamente deberá doblar su volumen en el intervalo de 4 a 6 horas, caso contrario, prolongar los refrescos con intervalos de 12 horas en vez de 24 horas.

Para preparar el “starter” se tiene que mezclar 450g de harina blanca de trigo rica en gluten, 475g de agua a temperatura ambiente y 200g del cultivo anterior y dejar fermentar hasta doblar su volumen en un recipiente tapado, alrededor de 4 a 6 horas a temperatura ambiente. Según Reinhart (2006) es mejor conservarlo en frigorífico hasta el día siguiente, para que desarrolle su sabor a cambio de reducir ligeramente su vigor fermentativo. Se recomienda que antes de colocar la preparación en la nevera, es conveniente dejar fermentar a temperatura

ambiente un número de horas equivalente al número de días en que prevemos volverla a utilizar (Barriga, 2003).

En 2012, Hamelman propone que a partir de este punto se debe proceder al mantenimiento del starter añadiendo harina rica en gluten y agua (50-50%) para doblar, triplicar o cuadruplicar la cantidad inicial de starter. Al aumentar la cantidad de refrescos menos ácida será la masa final debido a que las bacterias (causantes de la acidez) se reproducen más lento que las levaduras; por tanto, a mayor cantidad de alimento, mayor crecimiento proporcional de las levaduras y menor acidez final (Khachatourians, 1994). Un starter desarrolla completamente a partir de las dos semanas de iniciarse, con un mínimo de tres refrescos en ese periodo; un profundo olor afrutado y ligeramente ácido es un buen indicador.

Para conservar el starter se puede congelar en bolsas de plástico (dejando un cierto espacio libre en la bolsa) o deshidratarse, ya que no todas las cepas de levaduras naturales aguantarían la congelación (Barriga, 2003). Teniendo en cuenta las condiciones de conservación, a temperatura ambiente predomina la producción de ácido láctico sobre el acético y en refrigeración predomina el ácido acético sobre el láctico (Reinhart, 2006).

"Soakers" es un prefermento que a diferencia del starter, se basa en utilizar granos de cereal o harina integral gruesa (de trigo, avena, centeno, entre otros) como fuente de microorganismos. Su preparación consiste en remojar los granos o la harina en agua o leche toda la noche, de esta manera se activan las enzimas presentes en los cereales para disociar algunos de los azúcares del almidón (Suas, 2008). El efecto de la fermentación de esta mezcla funciona como potenciador de las propiedades organolépticas de la masa final. A diferencia del starter, este prefermento se prepara cada vez y no se mantiene regularmente (Reinhart, 2006).

c) Prefermentos mixtos: consiste en utilizar levadura comercial y prefermento a fin de alcanzar un punto óptimo entre la aportación a las cualidades organolépticas de los prefermentos y la productividad de las masas de fermentación directa (Barriga, 2003).

Su preparación consiste en amasar harina, agua, sal, levadura y un 20% de masa fermentada del lote anterior y con una fermentación de 6-8 horas. Este proceso se debe realizar al final de la jornada y será utilizado para cultivar la producción del día siguiente (Suas, 2008).

Entre los beneficios de utilizar prefermentos mixtos tenemos: mejora del sabor y aroma, extensión de la vida útil, obtención de una corteza gruesa, crujiente e impermeable, mejora del volumen final y del descascarillado de la corteza (Reinhart, 2006). Su utilización es ideal para un entorno de producción diaria de pan en grandes cantidades, debido a que la adición de prefermento (aportación de sabor) y de levadura (fermentación no tan lenta), pueden ser mejor controlados.

Consideraciones generales sobre los prefermentos.

Se debe tener en cuenta que la cantidad de prefermento variará dependiendo del tipo de prefermento a usar y del pan a producir pero, en general, podremos aumentar su proporción en la masa final en los siguientes casos (Barriga, 2003):

Cuando el prefermento sea “joven” (escaso grado de fermentación).

Con harinas de escasa fuerza y/o extensibles (valor "L" elevado).

Con harinas tenaces y poco extensibles (bajo grado de fermentación).

Cuando la temperatura ambiente sea menor de lo deseado.

Para elaborar panes de formato grande, para mejor su conservación.

En panes enriquecidos con grasas y azúcar, que restan fuerza a la masa.

En aquellos procesos que requieran tiempos de reposo muy largos se deberá reducir entre 5 y 6% la proporción de prefermento para evitar un aporte excesivo de fuerza.

Tiempo de vida útil en el pan.

Definición.

El Programa PyMerural de Nicaragua (2012) define la vida útil, la vida de estante, o vida de anaquel de un alimento, como el tiempo, después de su elaboración y empaque, bajo condiciones de almacenamiento previamente establecidos, en que mantiene la calidad alimenticia y sus cualidades organolépticas (color, sabor, aroma, textura).

La vida en anaquel es determinada para cada alimento en particular y el hecho de incorporar nuevos ingredientes en el diseño de nuevos producto, puede traer consigo variación de la vida de anaquel del alimento. El alimento es intrínsecamente perecedero y, en función de sus características físicas y químicas, de sus propiedades y las condiciones de almacenamiento, llegará un momento en que cualquiera de sus cualidades de calidad no serán aceptables o se convertirá en perjudicial para el consumidor (Kilcast & Subramaniam, 2000).

Factores que afectan la vida útil de un producto.

Según el Programa PyMerural de Nicaragua (2012), los principales factores son:

La formulación.

Es el porcentaje de materia prima que se utiliza en la transformación de un alimento. Esta formulación depende del tipo de producto que se elabora.

Procesamiento.

En el procesamiento, los factores que pueden influir en la vida útil de un producto alimenticio son: la calidad de las materias primas, la puesta en práctica de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), el tipo y capacidad de los equipos de procesamiento, las condiciones sanitarias de las instalaciones, las condiciones de almacenamiento, transporte y distribución del producto.

Empaque.

En la preservación de los alimentos, el empaque tiene la función de “protección” contra contaminantes que están en el ambiente y contra daños físicos, fuerzas, quebraduras.

Condiciones de almacenamiento.

Los elementos que se toman en cuenta en las condiciones del almacenamiento son la temperatura, la humedad, la concentración de gases, etc.

Tipos de estudios de vida útil.

Existen dos tipos de estudios de vida útil según menciona Carnicero (2012):

Estudios directos o a tiempo real.

Mantener al alimento en las condiciones previstas para su almacenamiento (principalmente temperatura) e ir determinando a distintos tiempos el atributo crítico de calidad hasta llegar al valor límite (normalmente reproducen las peores condiciones a las que puede enfrentarse el alimento de manera real).

Estudios acelerados.

Sobrexponen el alimento a determinadas condiciones, con el objetivo de predecir la vida comercial en un periodo corto de tiempo. Es usado en productos de la larga duración y se pueden utilizar diferentes metodologías.

Técnicas para evaluar la calidad de los productos alimenticios.

Para evaluar la calidad de los productos alimenticios, existen cuatro tipos de análisis: físicos, químicos, microbiológicos y sensorial. El Programa PyMerural de Nicaragua (2012) menciona que, dependiendo del tipo de alimentos, se deben seleccionar las características a evaluar en el estudio de vida útil.

Las características físicas, químicas y microbiológicas solamente se pueden determinar por análisis en laboratorios, y los sensoriales a través de degustaciones con panelistas preparados en este aspecto. Cada uno de estos análisis tiene sus propios atributos que se especifican a continuación:

Físicos.

Permiten conocer la viscosidad, acidez, humedad, actividad de agua y medir el color del alimento.

Químicos.

Análisis por los que se conoce la rancidez, la pérdida o retención de vitaminas y contenido de otros nutrientes.

Microbiológico.

Se utiliza para detectar la presencia de microorganismos: hongos, levaduras y bacterias perjudiciales.

Sensorial.

Se basa en lo que pueden percibir nuestros sentidos: visual, táctil, auditivo, olfatorio y gustativo.

Pruebas afectivas.

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 (Hernández, 2005).

Pruebas de satisfacción.

a) Escala hedónica verbal

Principio de la prueba de escala hedónica verbal: consiste en pedirle a los panelistas que den su informe sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto, al presentársele una escala hedónica o de satisfacción, pueden ser verbales o gráficas, la escala verbal va desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo, entonces las escalas deben ser impares con un punto intermedio de ni me gusta ni me disgusta y la escala gráfica consiste en la presentación de caritas o figuras faciales (Hernández, 2005).

La escala más empleada para el desarrollo de esta prueba es la escala de Peryamm & Pilgrim, 1957.

b) Escala hedónica facial

Principio de la prueba de escala hedónica facial o gráfica: la escala gráfica se utiliza cuando la escala tiene un gran tamaño presentándose dificultad para describir los puntos dentro de esta, también se emplea cuando el panel está conformado por niños o por personas adultas con dificultades para leer o para concentrarse. Las escalas gráficas más empleadas son las hedónicas de caritas (Kramer y Twigg, 1972) con varias expresiones faciales. Los resultados obtenidos a través de esta prueba cuando se aplica a una población adulta no es muy confiable ya que les resulta ser un tanto infantiles (Hernández, 2005).

Las ventajas que presenta la prueba afectiva de grado de satisfacción con escala Hedónica son:

La escala es clara para los consumidores.

Requiere de una mínima instrucción.

Resultado de respuestas con más información.

Las escalas hedónicas pueden ser por atributos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el incremento del tiempo de vida útil del pan de molde blanco al utilizar prefermentos en su elaboración.

Objetivos específicos

Evaluar la formulación óptima para obtener un pan de molde blanco de buena calidad y mayor tiempo de vida.

Medir la degradación de la calidad microbiológica durante la vida en anaquel del pan de molde blanco utilizando prefermentos.

Analizar las variaciones de las características físico-químicas durante la vida en anaquel del pan de molde blanco utilizando prefermentos.

Evaluar las características sensoriales durante la vida en anaquel del pan de molde blanco utilizando prefermentos.

JUSTIFICACIÓN

Teórica

La relevancia del presente trabajo es dotar al pan de molde blanco de mejores características físico-organolépticas en relación a su tiempo de vida útil con la adición de prefermentos en su elaboración.

Práctica

Con el presente estudio se lograría un mayor tiempo de permanencia en los anaqueles aumentando las probabilidades de venta del producto; y también se conseguiría una mejor distribución a distancias mayores. De esta manera, se estaría logrando una factibilidad tanto técnica como administrativa.

Social

Su importancia radica en otorgar un producto que cumpla las necesidades de abastecimiento, el cual está enfocado a nichos de mercado como los pueblos rurales que debido a las características geográficas en las cuales la mayoría se sitúan a nivel nacional, muchos de ellos no cuentan con los medios para tener en su localidad una panadería y por este motivo recurren a otros pueblos más desarrollados para adquirir el alimento considerado base en la dieta diaria. En determinadas ocasiones la distancia suele ser el mayor impedimento y considerando la falta de recursos, caminos sinuosos, tiempo de recorrido, entre otros, los que logran adquirirlo tienen que lidiar con todos estos factores los cuales afectan en el tiempo a las características físico-organolépticas del pan que al llegar al consumidor no se encuentra en las mejores condiciones perdiendo su calidad.

De forma similar tenemos el ejemplo de las fuerzas armadas en nuestro país se encuentran divididas en tres sectores: Ejército del Perú, la Marina de Guerra del Perú y la Fuerza Aérea del Perú. Dichos sectores tienen personal distribuido a lo largo del país ya sea en bases o campamentos militares a los cuales en la mayoría de los casos es difícil ingresar y las raciones de alimentos se envían con una frecuencia determinada. Estas raciones de combate suelen consistir de alimentos cuya vida útil es larga y dejan de lado otros alimentos, como el pan, cuyo tiempo de vida útil es corto. Lo que propone el presente trabajo es suplir estas necesidades y ofrecer un producto de calidad y de mayor tiempo de vida útil del convencional.

Finalmente, tenemos a los autoservicios entre ellos a Metro, Wong, Plaza Vea, Tottus, Vivanda, entre otros, los cuales se encuentran distribuidos a lo largo de nuestro país y han recibido buena acogida. Estos establecimientos poseen en sus instalaciones un área de panificación, la cual podrían potenciar utilizando prefermentos en la elaboración de sus panes no solo para alargar su vida de anaquel sino también para reducir los tiempos de fermentación y poder vender mayores cantidades en corto tiempo.

HIPÓTESIS

Hipótesis general

Ho: No se evidencia una extensión de vida útil en el pan de molde blanco al utilizar prefermentos en su elaboración.

H1: Si se evidencia una extensión de vida útil en el pan de molde blanco al utilizar prefermentos en su elaboración.

Hipótesis específicas

Ho: No existe una formulación óptima para obtener un pan de molde blanco de buena calidad y mayor tiempo de vida.

H1: Si existe una formulación óptima para obtener un pan de molde blanco de buena calidad y mayor tiempo de vida.

Ho: No se evidencia que se mantuvo la calidad microbiológica más allá del tiempo estimado de un pan de molde blanco que no tiene prefermentos en su elaboración.

H1: Si se evidencia que se mantuvo la calidad microbiológica más allá del tiempo estimado de un pan de molde blanco que no tiene prefermentos en su elaboración.

Ho: No se evidencia una mejora en las características físico-químicas en la vida en anaquel del pan de molde blanco utilizando prefermentos.

H1: Si se evidencia una mejora en las características físico-químicas.

Ho: No hay variación en las características sensoriales durante la vida en anaquel del pan de molde blanco utilizando prefermentos.

H1: Si existe variación en las características sensoriales.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 5. Matriz de consistencia.

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Metodología, Justificación y Marco Teórico
Problema General: ¿Cómo incrementar la vida útil del pan de molde blanco dada su limitada vida de anaquel para mejorar la comercialización?	General: Determinar el incremento del tiempo de vida útil del pan de molde blanco al utilizar prefermentos en su elaboración.	General: H1: Si se evidencia una extensión de vida útil en el pan de molde blanco al utilizar prefermentos en su elaboración. Ho: No se evidencia una extensión de vida útil en el pan de molde blanco al utilizar prefermentos en su elaboración.	General: Variable independiente: Porcentaje de prefermento a emplear. Variable dependiente: Tiempo de vida útil en días.	Método de Investigación: Explicativo. Tipo de Estudio: Experimental y de enfoque cuantitativo con muestra intencional (no aleatoria). Método de análisis: 1. Microbiológicos. 2. Físicoquímicos. 3. Análisis sensorial.
Problemas Específicos: a) ¿Qué formulación será la óptima para obtener un pan de molde blanco de buena calidad y mayor tiempo de vida?	Específicos: 1. Evaluar la formulación óptima para obtener un pan de molde blanco de buena calidad y mayor tiempo de vida.	Específicas: 1. H1: Si existe una formulación óptima para obtener un pan de molde blanco de buena calidad y mayor tiempo de vida. Ho: No existe una formulación óptima para obtener un pan de molde blanco de buena calidad y mayor tiempo de vida.	Específicos: Variable independiente: 1. Porcentaje de prefermento a emplear. Variable dependiente: 1. Calidad global del producto final.	Justificación: 1. Teórico 2. Práctico 3. Social Marco Teórico: 1. Panificación. 2. Tipos de pan. 3. Pan de molde.

b) ¿Cómo se degradará microbiológicamente?	2. Medir la degradación de la calidad microbiológica.	2. H1: Si se evidencia que se mantuvo la calidad microbiológica más allá del tiempo estimado de un pan de molde blanco que no tiene prefermentos en su elaboración. Ho: No se evidencia que se mantuvo la calidad microbiológica más allá del tiempo estimado de un pan de molde blanco que no tiene prefermentos en su elaboración.	Variable independiente: 2. Porcentaje de prefermento a emplear. Variable dependiente: 2. Conteo de microorganismos (UFC)	4. Elaboración de pan de molde. 5. Estabilidad del pan de molde 6. Prefermentos
c) ¿Qué variaciones tendrán las características físico-químicas?	3. Analizar las variaciones de las características físico-químicas.	3. H1: Si se evidencia una mejora en las características físico-químicas. Ho: No se evidencia una mejora en las características físico-químicas.	Variable independiente: 3. Porcentaje de prefermento a emplear. Variable dependiente: 3. Valores de acidez y humedad.	
d) ¿Cuáles serán sus características sensoriales?	4. Evaluar sus características sensoriales.	4. H1: Si existe variación en sus características sensoriales. Ho: No existe variación en sus características sensoriales.	Variable independiente: 4. Porcentaje de prefermento a emplear. Variable dependiente: 4. Olor, sabor, color	

MARCO METODOLÓGICO

Metodología

El presente trabajo de investigación se realizó aplicando el método científico, el cual consta de cuatro etapas: planteamiento del problema, formulación de hipótesis, comprobación de hipótesis y conclusiones; las cuales se encuentran implícitas en el proceso de investigación científica.

Paradigma

A diferencia de la elaboración de un pan de molde blanco tradicional sin prefermentos, el presente estudio demuestra que la utilización de prefermentos en su elaboración no sólo extenderá su tiempo de vida útil mejorando sus características microbiológicas sino que también mejorará sus características organolépticas, tales como color, aroma y textura, y fisicoquímicas.

Enfoque

Enfoque cuantitativo con muestra intencional (no aleatoria).

Método

Se empleó el método experimental en la presente investigación dado que, para determinar la calidad del producto final, fueron indispensables los siguientes análisis:

Análisis microbiológicos.

Este tipo de análisis determinará la degradación de la calidad microbiológica en el tiempo. Se realizarán las siguientes pruebas de laboratorio basadas en el método de Norma AOAC Internacional:

Determinación de mohos y levaduras* (código 997.02)

Determinación de coliformes totales (código 991.15)

Determinación de aerobios mesófilos (código 989.10)

(*) Según RM N° 615-2003 SA/DM Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, Establece que para productos de panadería que no necesitan refrigeración se debe cumplir con la siguiente especificación: Mohos 100 UFC/g.

Análisis físico-químicos.

Con el fin de determinar la composición bromatológica del pan de molde blanco utilizando prefermentos se realizarán las siguientes determinaciones:

Determinación de Humedad – Método: Norma AOAC International código 10.42

Determinación de Acidez – Método: Norma AOAC International código 942.15

Análisis Sensorial.

Las formulaciones desarrolladas serán sensorialmente evaluadas aplicando la metodología para pruebas afectivas de grado de satisfacción con escala Hedónica. Se presenta al panelista cuatro muestras codificadas y se le pide ordenar en forma decreciente de acuerdo a su nivel de satisfacción.

VARIABLES**Independiente**

La variable independiente será el porcentaje de prefermento a emplear debido a que se requiere encontrar la cantidad óptima de prefermento a partir de tres formulaciones.

Dependiente

La variable dependiente será la calidad del producto final ya que cada formulación, en base al porcentaje de prefermento utilizado, determinada a partir de los diferentes resultados microbiológicos (conteo de mohos, levaduras, coliformes totales, mesófilos), físicoquímicos (humedad y acidez), sensoriales (color, sabor, olor y textura) y tiempo de vida útil en días.

POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

Por cada formulación se empleará 2 moldes de tamaño estándar de 20 tajadas cada uno, siendo en total 8 moldes (160 tajadas) para la cantidad total de formulaciones a emplear (Patrón (blanco), Muestra 1, Muestra 2 y Muestra 3).

Muestra

Con respecto a la población se procederá a elegir aleatoriamente 30 tajadas por cada formulación de 2 moldes, siendo en total 120 tajadas para las 4 formulaciones.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Para el presente trabajo de investigación se tiene como unidad de análisis a la cantidad de tajadas de pan de molde debido a que son éstas las que serán analizadas tanto microbiológica, fisicoquímica y sensorialmente por panelistas no entrenados (consumidores).

INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS

Instrumentos

Los instrumentos que se utilizarán en el presente trabajo de investigación serán clasificados en base a los análisis que se realizarán:

Microbiológicos.

Para la determinación tanto de mohos, levaduras, Coliformes totales y aerobios mesófilos se emplearán placas Petrifilm las que contienen un medio de cultivo listo para usar.

Físico-químicos.

Para la determinación de la composición bromatológica se utilizaron:

Humedad.

Balanza Modelo Moisture Analyzer MA30703 Radiación Infrarroja

Platillos de aluminio OHAUS.

Pinzas.

Acidez.

Molino de cuchillas Grindomix GM 200 “Retsch” Alemania.

Bureta con autoenrase.

Matraz erlenmeyer de 250 ml.

Bagueta de vidrio.

Pinzas.

Reactivos: Fenolftaleína 1%, NaOH 0.1N., agua destilada.

Análisis Sensorial.

Material necesario para las pruebas de análisis sensorial como formatos de encuestas (ver Anexo 1), platos, vasos, lapiceros, etc.

Técnicas**Técnica para análisis microbiológicos.**

Se empleará la técnica de plaqueo utilizando placas Petrifilm. El uso de estas placas Petrifilm facilita un análisis rápido, para esto se requiere preparar la muestra en dilución 1:10, pesando 10 gramos de la superficie del pan y diluyéndolo en 90 ml de agua peptonada estéril, a continuación se inoculó 1 ml de la dilución de la muestra en la placa.

Para mohos y levaduras las placas fueron incubadas a temperatura ambiente (22-25°C) y para Coliformes totales y Aerobios mesófilos a 35-37°C por 5 días, para posteriormente realizar la lectura en la placa.

Técnica para análisis físico-químicos.

Humedad.

Se basa en el método gravimétrico, es decir, se determina la humedad en base a la pérdida de peso de una muestra desecada por calentamiento.

Las muestras deben estar cuidadosamente manipuladas y se acondicionarán en el analizador, con la finalidad que la muestra sea representativa y tenga el tamaño homogéneo.

Acidez.

Se basa en la determinación de los hidrogeniones de la muestra mediante el método volumétrico, es decir, el objetivo es determinar la acidez titulable mediante el método volumétrico.

Una masa conocida de muestra diluida con agua destilada se titula con una solución alcalina de concentración determinada empleando fenoltaleína como indicador y un patrón de color para determinar el punto final de titulación.

Técnica para análisis sensorial.

Se emplearán pruebas de grado de satisfacción (afectiva) en base al estudio de tiempo de vida útil realizado. La técnica a emplear es la recolección de la información aplicando formatos de encuestas las cuales contendrán preguntas cerradas de 5 alternativas de respuesta (Ver Anexo 1).

La Norma ASTM E2454 (2005) define Vida útil como “El tiempo durante el cual las características del producto se mantienen como fueron proyectados por el fabricante. El producto es consumible o usable durante este periodo, brindándole al usuario final las características, desempeño, seguridad y beneficios sensoriales esperados”.

El método a emplear para la estimación de vida útil es de estudio directo o a tiempo real, debido a que es aplicable para productos de corta duración. Se utilizará un diseño básico en base a las condiciones de almacenamiento (temperatura y humedad relativa).

El deterioro será medido en base a los análisis microbiológicos (mohos y levaduras, coliformes totales y aerobios mesófilos), fisicoquímicos (humedad y acidez) y sensoriales (color, olor, sabor, textura).

Para establecer el estándar de satisfacción se evaluarán las características sensoriales por panelistas no entrenados (consumidores).

La planificación del estudio se dará en relación a la frecuencia de control utilizando intervalos desiguales, utilizando un patrón (blanco) y tres formulaciones distintas en base a la cantidad de prefermento a incorporar (10%, 15% y 20%, respectivamente). El patrón y las muestras serán codificadas y presentadas a los panelistas.

A partir del diseño experimental realizado (Ver Figura 1), se ejecutó el siguiente cronograma de análisis:

Tabla 6. Cronograma de análisis de vida útil.

Análisis	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21
Microbiológicos	X	X	X	X	X
Fisicoquímicos	X	X	X	X	X
Sensoriales	X	X	X	X	X

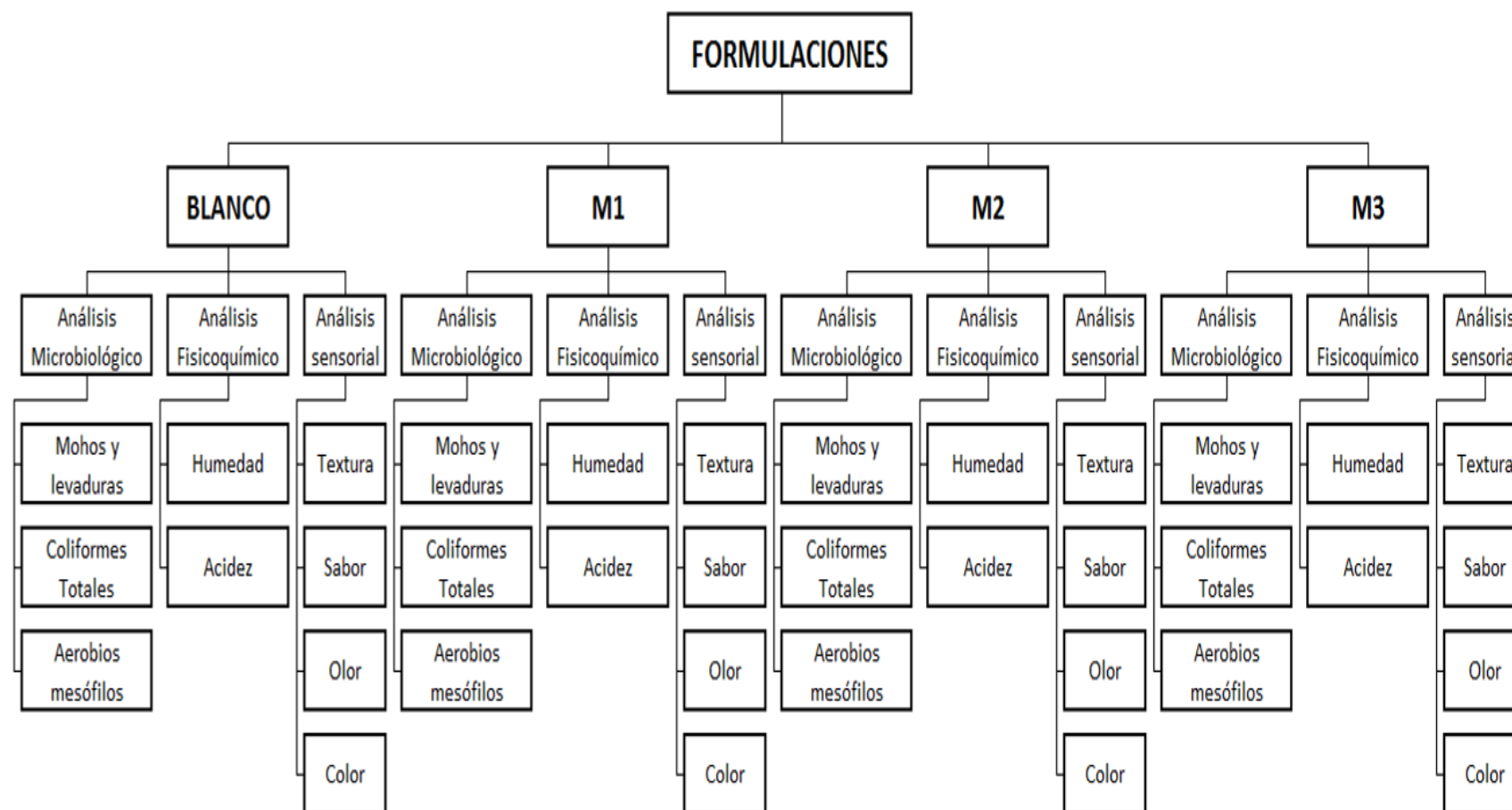


Figura 1. Diseño experimental de pan de molde blanco con prefermentos.

PROCEDIMIENTOS Y MÉTODO DE ANÁLISIS

Procedimiento

Formulación del pan de molde blanco utilizando prefermentos.

El pan de molde blanco patrón contiene los siguientes ingredientes: harina de trigo fortificada, agua, azúcar, levadura fresca, grasa vegetal, sal, acondicionador de masa, sorbato de potasio y propionato de calcio (San Lucas, 2012).

Se empleó la misma formulación en todas las corridas sustituyendo la cantidad de levadura por la correspondiente dosis de prefermentos: nivel bajo 10%, nivel intermedio 15% y nivel alto 20%.

Descripción del Proceso.

El proceso de elaboración del pan de molde blanco utilizando prefermentos empieza con la recepción de las materias primas, las cuales son almacenadas hasta su uso en planta. Posteriormente se procede a pesar los ingredientes de acuerdo a la fórmula.

Amasado.

Es una operación realizada en una maquina amasadora (ver Figura 2) durante 12 minutos manteniendo la masa entre 26 y 28 °C, con el fin de lograr la dispersión total y homogénea de los ingredientes y para lograr dar fuerza a la masa, desarrollar la red de gluten volviéndose más firme, elástica y extensible, capaz de retener el CO₂ (ver Figura 3).

El gluten se forma al adicionar agua al amasado en donde se combinan la gliadina y la glutenina, mostrando propiedades de tenacidad, extensibilidad, elasticidad y resistencia deseadas en el producto.

Al final del amasado, las paredes suaves de los alveolos están cubiertas con una película de líquido que contiene moléculas tensoactivas que servirán de barrera impermeable al gas que intente escapar en caso de ruptura de la matriz de proteína bajo el efecto de la presión de CO₂.

División.

Es el proceso que consiste en fraccionar la masa inicial para luego pesarla en porciones individuales.



Figura 2. Amasador mecánico Pietroberti.



Figura 3. Amasado homogéneo de la masa.

Boleado.

Esta etapa es realizada de manera mecánica en una boleadora (ver Figura 4) en donde las porciones de masa son comprimidas en forma de esfera o bola uniforme con el fin de crear una capa exterior seca para evitar la pegajosidad y a su vez, se busca retener el gas que se empieza a formar.



Figura 4. Boleadora Benier.

Fermentación intermedia.

Un buen boleado facilita una fermentación intermedia puesto que permite que la levadura empiece a actuar y producir gas, cambiando la densidad de la masa otorgándole la flexibilidad necesaria para un posterior moldeo.

Esta etapa es crítica, su ausencia o mala práctica resultaría en que la masa podría romperse durante el moldeo dando como resultado productos de bajo volumen o deformes.

Moldeo.

Etapa que consiste en pesar la masa y colocarla dentro el molde (también llamado caserina), aplanando, laminando, estirando y/o enrollando la masa para posteriormente presionarla y obtener una forma cilíndrica, dándole la forma final característica del pan. Su acondicionamiento sirve para dejar fermentar e inflar la masa, preferiblemente a temperatura y humedad relativa controlada.

Fermentación.

Proceso en el cual las levaduras llevan a cabo el hinchamiento parcial de la masa gracias a las condiciones que brinda la cámara de fermentación. La producción de CO_2 por la levadura durante la fermentación de la masa aumenta el volumen de retención de gas de las células y la expansión de la masa.

Se procede a ingresar los moldes a la cámara de fermentación Logiudice Forni para otorgarle las condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa por medio de la aplicación de vapor, las cuales fluctúan entre 30-35°C y 75-85%, respectivamente.



Figura 5. Fermentador Logiudice Forni.

Horneo.

El proceso de horneado se compone de dos fases. La primera, una última expansión de la masa debido al aumento de la temperatura y la dilatación de los gases retenidos en las células (CO_2 y vapor de agua). Y la segunda, la apertura de las burbujas debido a la presión y la absorción de agua por las moléculas de almidón durante la gelatinización detienen la expansión.

Luego de cumplir con el tiempo de fermentación, los moldes son ingresados al horno Logiudice Forni en donde el calor que ingresa al producto va a acelerar la actividad que realiza la levadura, generando una elevada producción de gas y expansión de los gases generados, manejándose temperaturas entre los 150-180°C con tiempos de 50 a 55 minutos (ver Figura 6). Es fundamental que el horno deba estar precalentado para evitar que se pierda cierta cantidad de calor al introducir la masa.

Durante los primeros minutos de horneado las enzimas desdoblan rápidamente los almidones originando mayor producción de azúcar, lo cual se resume en un aumento de volumen (hinchamiento) de la masa. Debido a que las

levaduras digieren los azúcares existentes, este proceso metabólico da lugar a la fermentación alcohólica cuyo resultado es etanol y dióxido de carbono; el gas liberado hace que la masa del pan se hinche, aumentando de volumen.

Posteriormente el calor continúa aumentando dentro de la masa haciendo que las levaduras mueran, las enzimas se inactiven, se coagule el gluten y gelifiquen los almidones, hasta llegar al punto en que las reacciones biológicas y bioquímicas se detienen. Durante esta etapa se forma la corteza, el color y la textura se desarrollan, y se evapora parte del agua del producto generando una leve pérdida de peso (entre 10 a 15%).



Figura 6. Horno Logiudice Forni.

Enfriamiento.

Etapa importante para evitar la evaporación del agua del producto debido a la alta temperatura a la que sale del horno. El producto debe ser enfriado hasta temperatura ambiente (23-25°C) para evitar la condensación de la humedad dentro del empaque.

Cuando el producto alcanza la temperatura ambiente se procede a empacar, codificar y embalar para su almacenamiento, distribución y comercialización.

Diagrama de flujo.

La utilización de prefermentos en el pan de molde blanco busca conservar las características organolépticas y la reducción del deterioro del producto por desarrollo de hongos, teniendo como resultado el alargamiento de su vida útil. La sustitución porcentual de levadura por prefermentos se realizará durante el amasado inicial.

El diagrama de flujo correspondiente al proceso de elaboración de pan de molde blanco utilizando prefermentos es presentado en la Figura 7.

Método de análisis

Se emplea una formulación patrón y se analiza en comparativo con los datos recolectados de tres formulaciones, en donde el prefermento ha sustituido a la masa en 10%, 15% y 20%.

Los análisis microbiológicos se realizan con una frecuencia de control de intervalos diferenciados utilizando placas Petri-film en base a la Norma AOAC Internacional para determinar de mohos, levaduras, coliformes totales y aerobios mesófilos. El conteo de UFC que se realizará a medida que la degradación de la calidad microbiológica avanza y se medirá en base al límite establecido por la RM-591-2008/MINSA “Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”.

Las características fisicoquímicas serán analizadas con equipos e instrumentos validados utilizando técnicas y métodos como la Norma AOAC Internacional para determinar humedad y acidez.

Las evaluaciones sensoriales (color, olor, sabor, textura) serán analizadas en paralelo a las microbiológicas y fisicoquímicas, utilizando panelistas no entrenados (consumidores) aplicando la metodología para pruebas afectivas de grado de satisfacción con escala Hedónica, en donde se le pide al panelista ordenar en forma decreciente cuatro muestras codificadas de acuerdo a su nivel de satisfacción.

Esta sinergia de información de los resultados servirá para determinar el tiempo de vida óptimo del producto final.

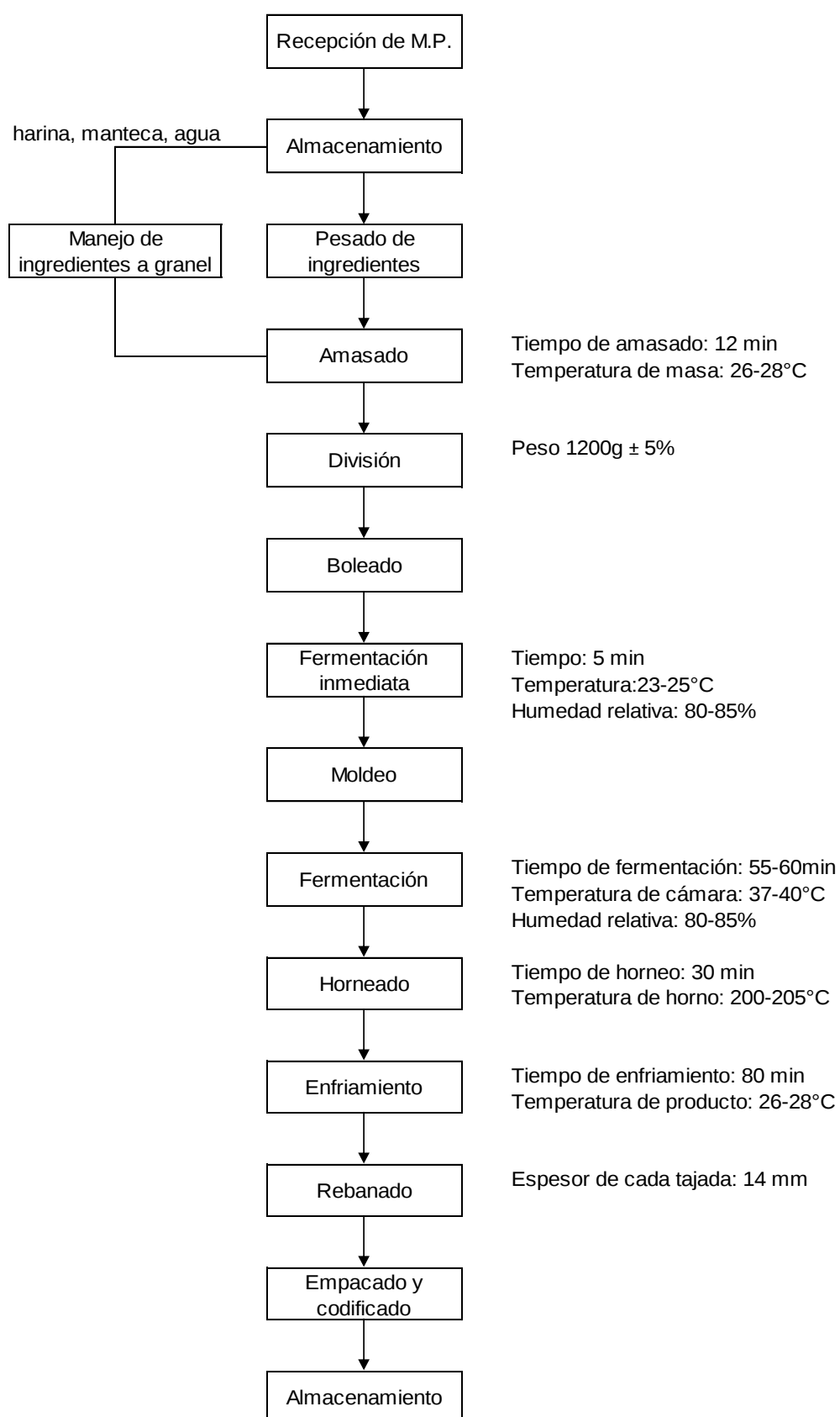


Figura 7. Diagrama de flujo Pan de molde blanco con prefermentos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio fue realizado con una frecuencia de control empleando intervalos desiguales, utilizando un patrón (blanco) y tres formulaciones distintas en base a la cantidad de prefermento a incorporar (10%, 15% y 20%), respectivamente.

Una vez elaborado el pan de molde blanco, se tomaron muestras para codificarlas de acuerdo al cronograma de análisis. Las condiciones climáticas fueron a una temperatura controlada de 20.0°C y humedad relativa de 55% $\pm$ 5%.

Resultados microbiológicos

Mohos y levaduras.

Se realizó el recuento microbiano de mohos y levaduras efectuándose siembras en los días uno, nueve, dieciocho y veintiuno. La “Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” especifica la categoría de los productos de panadería siendo el límite para mohos y levaduras de 10^2 UFC/g, según R.M. 591-2008/MINSA, observando que el recuento de mohos y levaduras se mantuvo constante dando un valor de <10 UFC/g, durante el almacenamiento a temperatura controlada 20°C.

Coliformes totales.

El análisis microbiológico de Coliformes totales arrojó valores contantes de <10 UFC/g. La norma sanitaria de los alimentos especifica la categoría de los productos de panadería siendo el límite para coliformes totales de 10 UFC/g, según R.M. 591-2008/MINSA.

Aerobios Mesófilos.

Se realizó bajo los mismos lineamientos del análisis de mohos y levaduras. La norma sanitaria de los alimentos especifica la categoría de los productos de panadería siendo en límite para aerobios mesófilos de 10 UFC/g, según R.M. 591-2008/MINSA, observando que el recuento de aerobios totales se mantuvo constante dando un valor de <10 UFC/g, durante el almacenamiento a temperatura controlada 20°C.

Resultados fisicoquímicos

Humedad.

En todas las muestras el análisis de humedad del pan disminuye a medida que pasaban los días durante el almacenamiento, lo cual se observa en los siguientes cuadros:

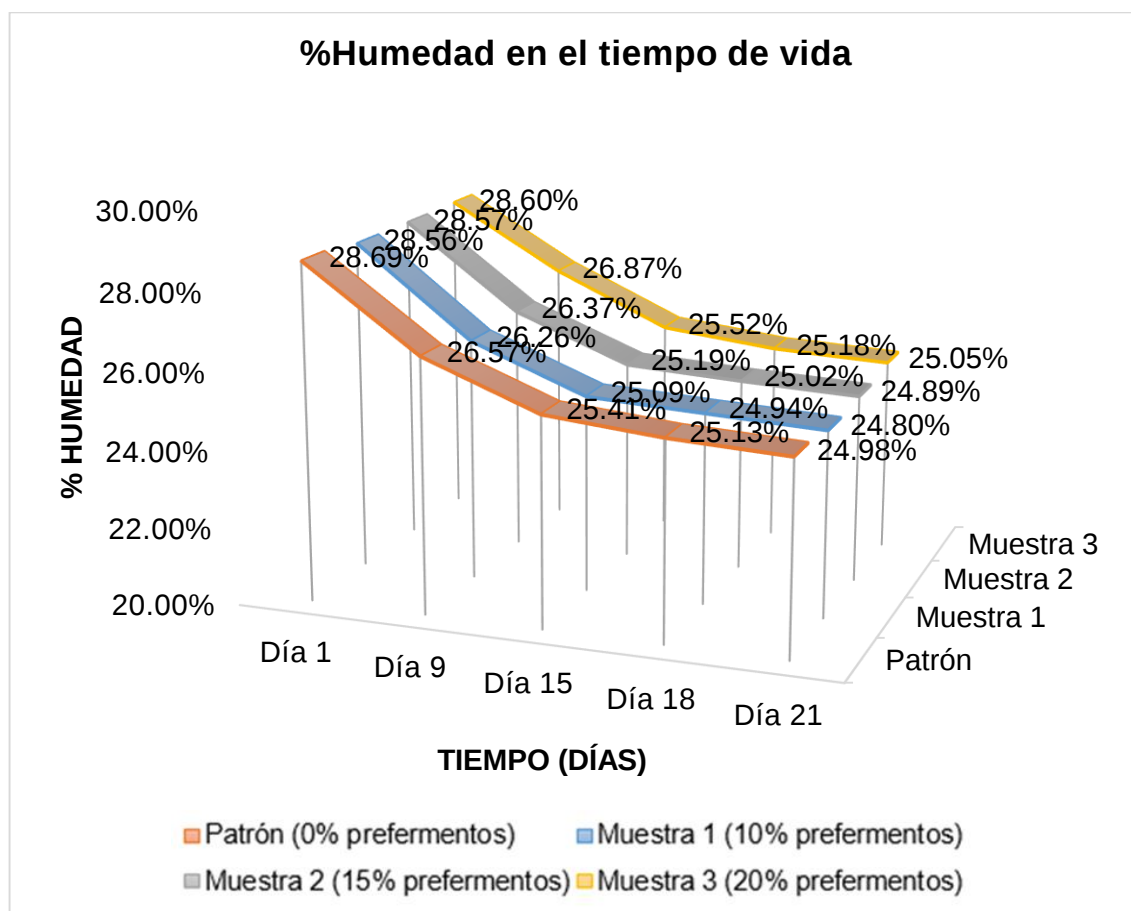


Figura 8. Porcentaje de humedad de las muestras.

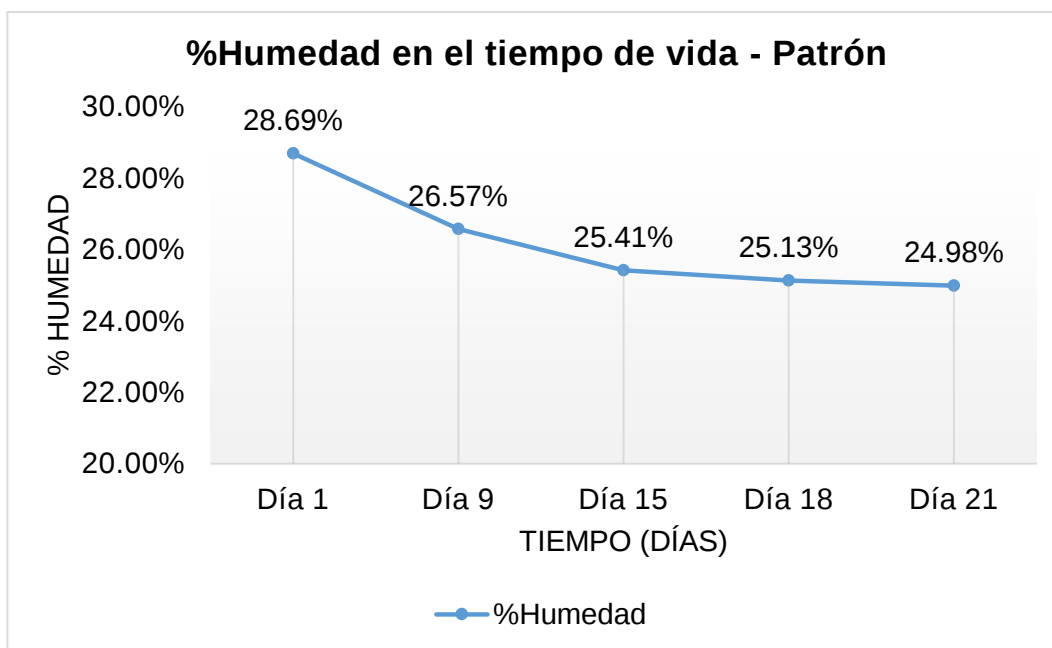


Figura 9. Porcentaje de humedad de la muestra patrón.

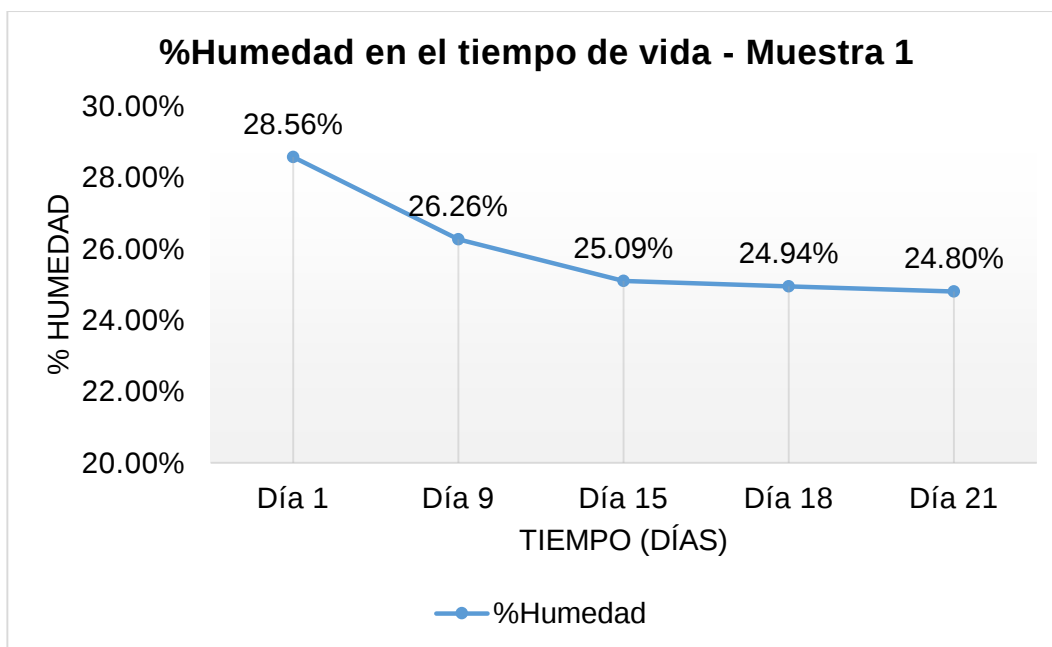


Figura 10. Porcentaje de humedad de la muestra 1.

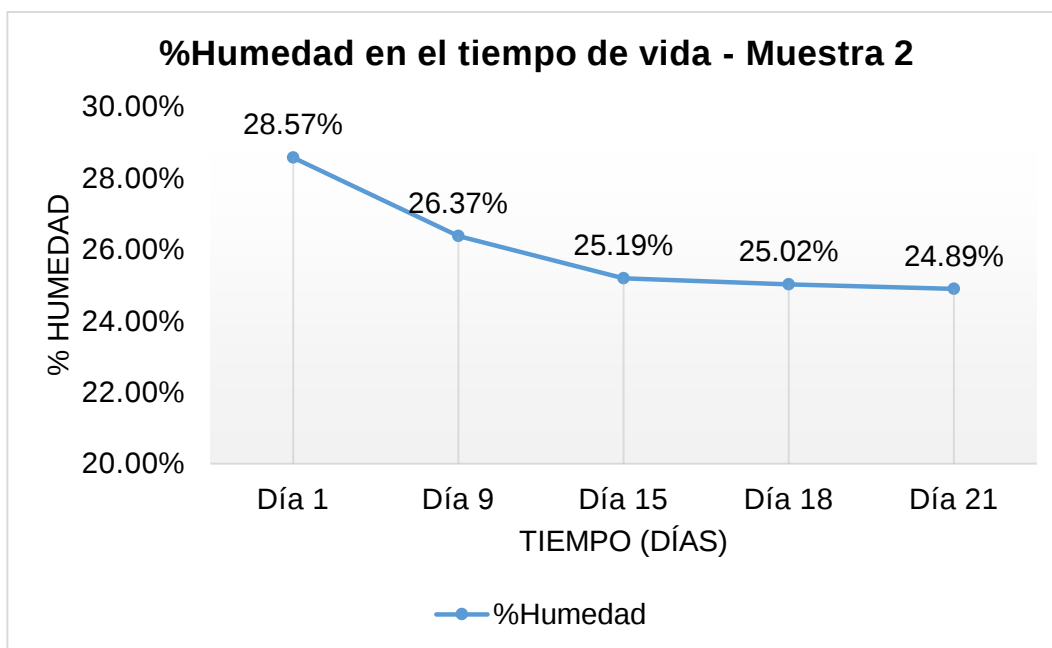


Figura 11. Porcentaje de humedad de la muestra 2.

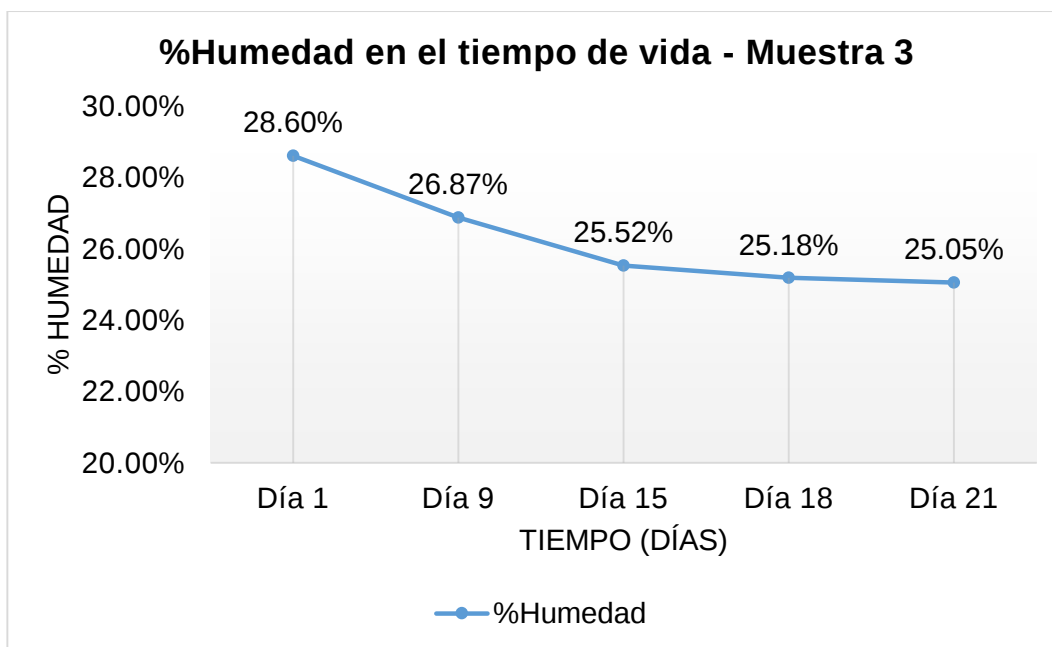


Figura 12. Porcentaje de humedad de la muestra 3.

Acidez.

La disminución de la acidez en el tiempo es casi constante. Los resultados del análisis de acidez se expresan a continuación:

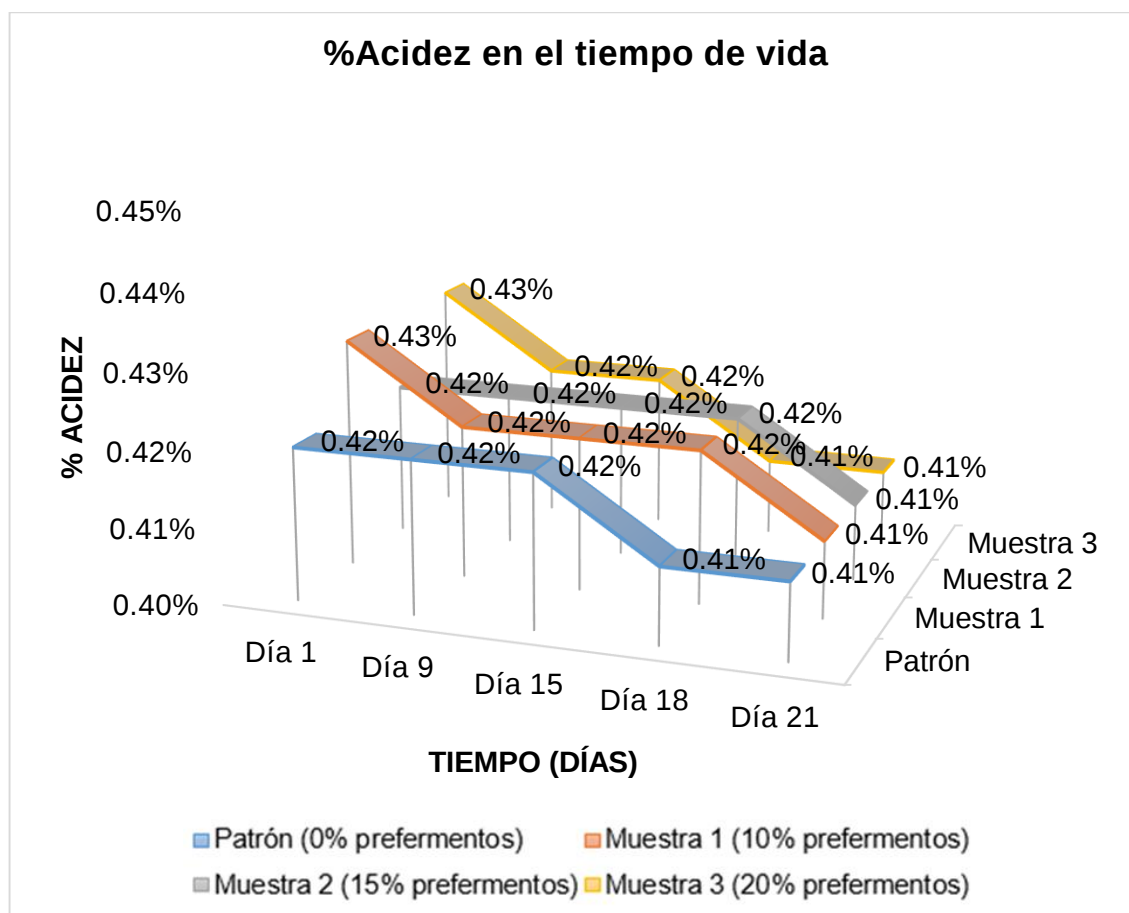


Figura 13. Porcentaje de acidez de las muestras.

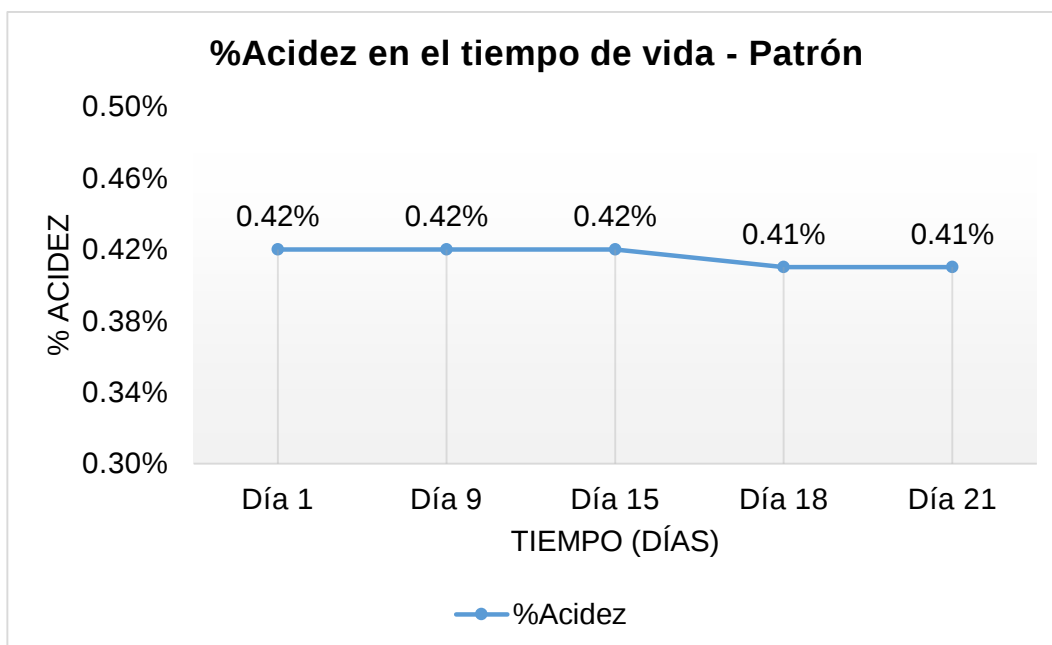


Figura 14. Porcentaje de acidez de la muestra patrón.

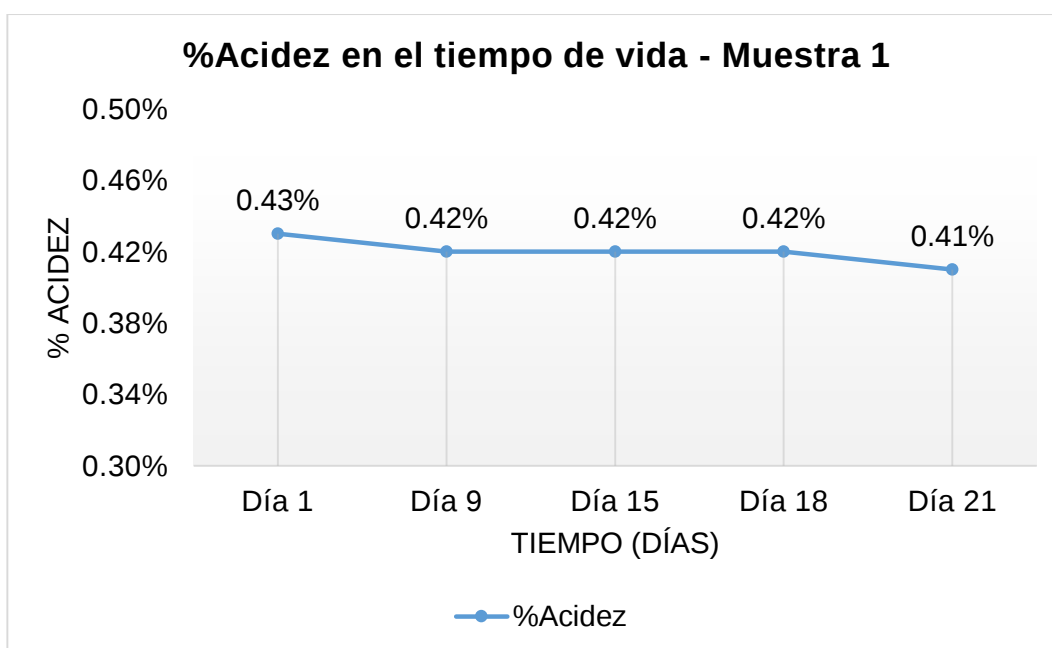


Figura 15. Porcentaje de acidez de la muestra 1.

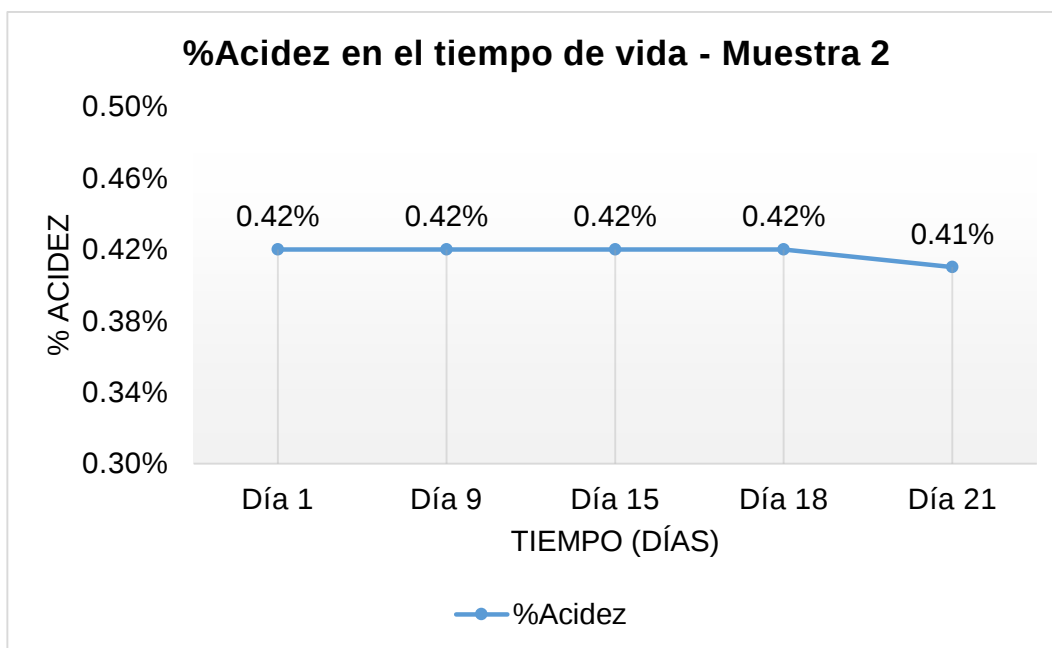


Figura 16. Porcentaje de acidez de la muestra 2.

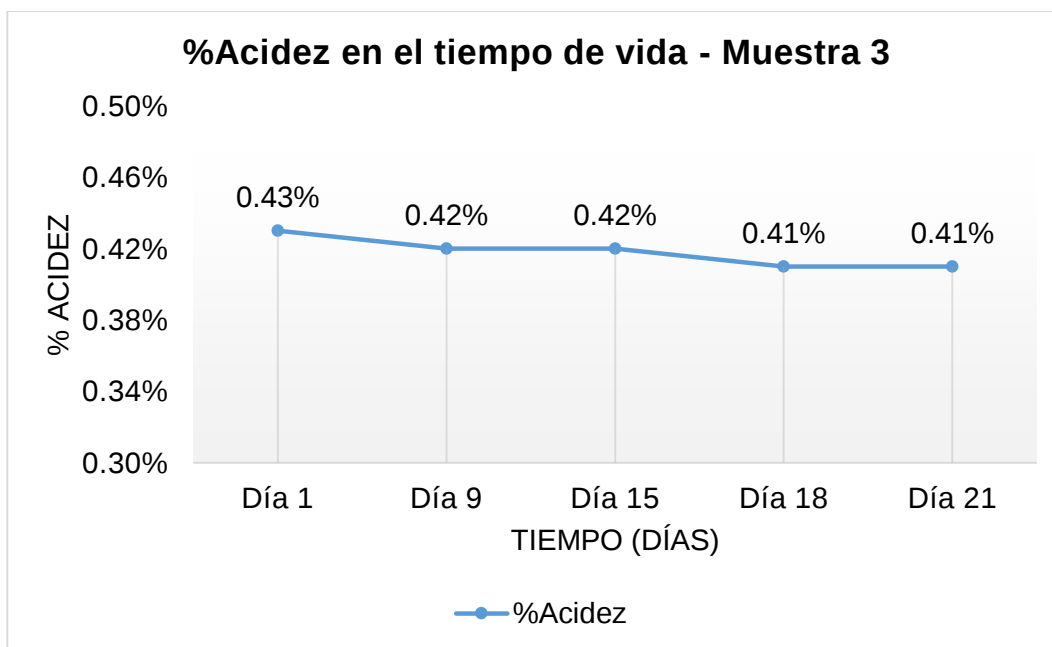


Figura 17. Porcentaje de acidez de la muestra 3.

Resultados del análisis sensorial

Se realizó una prueba afectiva de grado de satisfacción con escala Hedónica para las siguientes características: color, olor, sabor y textura. Se aplicó una encuesta (Ver Anexo 1) a 50 panelistas no entrenados, luego de un almacenamiento 21 días a temperatura controlada de 20°C en bolsas de polietileno.

Tabla 7. Codificación de muestras.

Muestra	Código de Muestra	Descripción
Patrón	214	Muestra Patrón
Muestra 1	412	Muestra con prefermentos al 10%
Muestra 2	847	Muestra con prefermentos al 15%
Muestra 3	331	Muestra con prefermentos al 20%

Tabla 8. Valoración en escala Hedónica.

Puntaje	Escala
5	Me gusta bastante
4	Me gusta ligeramente
3	Me es indiferente
2	Me disgusta ligeramente
1	Me disgusta bastante

Para determinar si la muestra es aceptable o no, se ha establecido el valor de 3.50 como punto medio entre las escalas de “Me gusta ligeramente” y “Me es indiferente”, por lo tanto valores mayores a 3.50 se consideran como producto aceptado y valores por debajo de 3.50 se consideran como producto no aceptado.

Tabla 9. Rangos de valoración del grado de satisfacción.

Valor promedio	Nivel de satisfacción
3.50 – 5.00	Aceptable
<3.50	No aceptable

A continuación se presentan los resultados promedio (de los 50 panelistas) en la escala Hedónica por cada característica evaluada: color (ver Anexo 2), olor (ver Anexo 3), sabor (ver Anexo 4) y textura (ver Anexo 5)

Color.

En la Tabla 10 se observa que la muestra patrón tiene una valoración promedio de 3.50 al día 9 (aceptable) y 3.44 al día 15 (no aceptable).

Las muestras 1 y 2 están catalogadas como aceptables presentando valores promedio de 3.50 al día 15 pero al día 18 presentan valores de 3.44 y 3.46, respectivamente, considerándolas no aceptables.

La muestra 3 presenta un valor promedio de 3.50 al día 18 (aceptable) y 3.46 al día 21 (no aceptable).

Tabla 10. Resultados promedio del color en escala Hedónica.

Día	Patrón	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Día 1	3.58	3.56	3.58	3.62
Día 9	3.50	3.52	3.54	3.54
Día 15	3.44	3.50	3.50	3.52
Día 18	3.02	3.44	3.46	3.50
Día 21	2.80	3.42	3.46	3.46

Olor.

De la Tabla 11 se observa que la muestra patrón presenta una valoración promedio aceptable de 3.60 al día 9 y 3.46 al día 15 (no aceptable).

Las muestras 1 y 2 presentan valores promedios aceptables al día 9 (3.50 y 3.66, respectivamente) y no aceptables al día 15 (3.40 y 3.48, respectivamente).

La muestra 3 es considerada aceptable al día 18 con valor promedio de 3.50, y 3.48 al día 21 (no aceptable).

Tabla 11. Resultados promedio del olor en escala Hedónica.

Día	Patrón	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Día 01	4.10	3.90	4.06	4.20
Día 09	3.60	3.50	3.66	3.56
Día 15	3.46	3.40	3.48	3.50
Día 18	2.84	3.38	3.46	3.50
Día 21	2.66	2.92	3.44	3.48

Sabor.

Podemos observar en la Tabla 12 que la muestra patrón presentó valores promedio de 3.52 al día 1 (aceptable) y 3.38 al día 9 (no aceptable).

La muestra 1 presenta valores promedio de 3.52 al día 9 (aceptable) y 3.36 al día 15 (no aceptable).

La muestra 2 presenta aceptación al día 15 con un valor promedio de 3.58, y 3.44 al día 18 (no aceptable).

La muestra 3 tiene mayor nivel de aceptación en el tiempo alcanzando el valor promedio de 3.52 al día 18, y 3.44 al día 21 (no aceptable).

Tabla 12. Resultados promedio del sabor en escala Hedónica.

Día	Patrón	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Día 01	3.52	3.60	4.16	4.22
Día 09	3.38	3.52	3.92	4.02
Día 15	2.92	3.36	3.58	3.64
Día 18	1.40	3.06	3.44	3.52
Día 21	1.00	2.54	3.24	3.44

Textura.

En la Tabla 13 se observa que la muestra patrón tiene un valor promedio de satisfacción de 3.52 al día 9 (aceptable) y 3.36 al día 15 (no aceptable).

La muestra 1 presenta valores promedio de 3.52 al día 15 (aceptable) y 3.44 al día 18 (no aceptable).

La muestra 2 y 3 presentan valores promedio aceptables al día 21 (3.52 y 3.54, respectivamente).

Tabla 13. Resultados promedio de la textura en escala Hedónica.

Día	Patrón	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Día 01	3.74	3.90	4.16	4.34
Día 09	3.52	3.62	4.02	4.06
Día 15	3.36	3.52	3.90	3.94
Día 18	3.12	3.44	3.60	3.62
Día 21	2.96	3.22	3.52	3.54

Formulaciones

Patrón (Blanco).

A esta formulación no se incorporó prefermentos y sirvió de referencia para poder medir la variación en la calidad del producto final (microbiológica, físico-química y sensorial) de las tres formulaciones realizadas. En base al análisis sensorial se tiene una vida útil de 9 días.

Muestra 1.

Para esta primera formulación el porcentaje de prefermento empleado fue del 10%. Esta muestra sirvió como primer comparativo para medir los cambios entre una formulación patrón y la utilización de prefermentos.

En base a los resultados del análisis sensorial se estableció una vida útil de 9 días que a diferencia de la muestra patrón, esta muestra presenta corteza suave y dorada, aroma y textura agradable, alveolos finos y distribución homogénea; además de resultados de conteo microbiológico conformes. Cabe resaltar que en lo que respecta a características fisicoquímicas, la variación de la humedad con respecto al tiempo no fue tan progresiva como en la muestra patrón.

Posterior al tiempo de vida establecido, el pan empieza a presentar un sabor ligeramente más ácido, pierde progresivamente el aroma, la textura se vuelve cada vez más seca y se degrada la calidad microbiológica.

Muestra 2.

En esta formulación el porcentaje de incorporación de prefermento es del 15%, donde se estableció un tiempo de vida de 15 días, corroborado con el análisis sensorial y conteo microbiológico conforme.

En cuanto a características fisicoquímicas la acidez presentó mayor estabilidad. Sensorialmente se obtuvo un producto final con sabor más dulce, miga suave soportando adecuadamente el untado, alveolos finos y distribución homogénea, corteza dorada y suave.

Las evaluaciones realizadas en el día 18 reflejan la degradación de la calidad del producto final haciéndose notar un sabor ligeramente ácido y la textura empieza a tornarse seca.

Muestra 3.

La tercera formulación emplea un porcentaje de utilización de prefermento del 20%, obteniendo resultados favorables con respecto a la estabilidad de la calidad del producto final en el tiempo logrando alcanzar un tiempo de vida de 18 días, presentando resultados de conteo microbiológico conformes (cumpliendo con los parámetros establecidos en la Norma de criterios microbiológicos).

Las características fisicoquímicas de humedad y acidez tuvieron una ligera disminución e incremento, respectivamente, y sensorialmente se obtuvo un aroma agradable, textura húmeda y una miga blanca suave y abierta con alveolos finos, corteza suave y dorada.

Se fijó el día 18 como límite del tiempo de vida debido a que sensorialmente se detectó cambios en la textura (endurecimiento) y sabor, al igual que las anteriores muestras.

CONCLUSIONES

El recuento de mohos y levaduras, coliformes totales y aerobios mesófilos, hasta el día 21, se encuentran dentro de lo especificado en la R.M. 591-2008/MINSA “Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”.

La muestra 3 (20% de prefermento) en cuanto a los análisis fisicoquímicos presenta la menor pérdida de humedad en el tiempo.

La humedad del producto final no afecta su conservación en el tiempo debido a la presencia de agua ligada.

Todas las muestras llegan a un mismo porcentaje de acidez (0.41%) en el día 21, mostrando poca variabilidad en el tiempo.

Los panelistas en la evaluación sensorial establecieron que el tiempo de vida útil de la muestra 3 fue de 18 días. Posterior a este día, la muestra fue percibida como no aceptable. Cabe resaltar que el sabor marcó la diferencia.

Las muestras que incorporaron prefermentos obtuvieron productos finales con mejores características organolépticas en comparación con la muestra patrón

Se eligió la muestra 3 debido a que presentó la mejor percepción sensorial, conservación de humedad en el tiempo, conformidad en los resultados microbiológicos y fisicoquímicos y con tiempo de vida útil de 18 días determinado por los panelistas del análisis sensorial.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Recomendaciones

La principal recomendación es utilizar harina panificable para conseguir un producto final con mejores resultados.

Se debe realizar un buen amasado a fin de que la masa madre se vea adecuadamente incorporada y obtener un pan con el volumen deseado.

Se recomienda el uso de prefermentos debido a que estos confieren mejores características organolépticas al producto final, tales como mejor sabor, aroma y textura.

Con respecto al almacenamiento, se recomienda conservar los panes en refrigeración o en un contenedor cerrado.

Utilizar la prueba afectiva de grado de satisfacción con escala Hedónica por ordenamiento para corregir los factores que influyeron negativamente en el agrado del consumidor.

Finalmente se recomienda consumir los panes en corto tiempo y almacenarlos adecuadamente para así evitar su deterioro.

Sugerencias

Se podría emplear el mismo principio del presente trabajo de investigación en la elaboración de otro producto en panificación como por ejemplo en panetones debido a que éste es un producto relativamente estacional, siendo favorable y complementario al tiempo de vida que podría tener.

Se sugiere hacer estudios de tiempo de vida utilizando otros tipos de empaque con atmósfera modificada. De igual manera, para otros productos de panificación en caso de querer incorporar prefermentos.

REFERENCIAS

- AACC—Dietary Fiber Definition Committee. (2001). *The Definition Of Dietary Fiber; Report Of The Dietary Fiber Definition Committee To The Board Of Directors Of The American Association Of Cereal Chemists*. Cereal Foods World, DF DEF. (10^a Ed) Vol.1.
- Alasino, M. C. (2009). *Harina de Arveja en la Elaboración de Pan. Estudio del Efecto de Emulsionantes como Mejoradores de Volumen y Vida Útil* (Doctoral dissertation).
- Ávila, J. M., Beltrán, B., Cuadrado, C., del Pozo, S., Rodríguez, M. V. & Ruiz, E. (2007). *La Alimentación Española: características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Barriga, X. (2003). *Panadería artesana, tecnología y producción*.
- Barral, J. (1892). *Dictionnaire d'agriculture* (Vol. 4) p. 19.
- Beranbaum, R. L. (2003). *The bread bible*. WW Norton & Company.
- Bloksma, A. H. (1990). *Rheology of the breadmaking process*. *Cereal foods world*, 35(2), p. 228–236.
- Calvel, R. (2001). *The taste of bread*. Gaithersburg, Md: Aspen Publishers. p. 44, 90–92.
- Calvel, R. & Wirtz, R. L. (2013). *The Taste of Bread: A translation of Le Goût du Pain, comment le préserver, comment le retrouver*. Springer Science & Business Media.
- Carnicero, J. (2012). *Estudios acelerados para la estimación de la vida útil de los alimentos no perecederos*. Ainia. España. Consultado el 08 octubre 2016. Disponible en: www.ainia.es
- Cauvain, S. P., & Young, L. S. (2007). *Technology of Breadmaking* (2nd ed., p. 397). New York, USA: Springer.
- Cendrero, O. (1938). *Botánica* (10^a Ed). p. 243.
- Cochevare, S., & Sánchez, R. (2015). *Pan dulce enriquecido con harina de Chenopodium pallidicaule (cañihua) y extracto de bazo de ganado vacuno*.
- Czaja, A. T. (1978). *Structure of starch grains and the classification of vascular plant families*. *Taxon*, p. 463-470.
- Incerhpan (2007). *Dossier de prensa de la campaña “Pan cada día”*.
- De la Cruz Quispe, W. H. (2009). *Complementación proteica de harina de trigo (Triticum aestivum L.) por harina de quina (Chenopodium quinoa Willd) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil*.
- Doerry, W. T. (1995). *Breadmaking Technology* (Chapters 4., pp. 62–162). Manhattan, KS: American Institute of Baking.

- Dupaigne, B. (1999). *The History of Bread* (1^a Ed) Harry N. Abrams, Inc.
- Eastwood, M. A. (1992). *The physiological effect of dietary fiber: an update. Annual review of nutrition.* (1^a Ed) (Vol. 12) p. 19-35.
- Gallagher, E., Gormley, T. R., & Arendt, E. K. (2004). *Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. Trends in Food Science & Technology*, 15(3–4), p. 143–152. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.012
- Genovés, J. L. & Quezada, J. N. (2013). *Elaboración y mantenimiento de seis masas madres y su aplicación en el pan baguette, campesino, panettone y pan de molde.*
- Godon, B., Popineau, Y., & Ducarouge, F. (1981). *Différences d'hydrophobicité de surface des gliadines de deux variétés de blé dur de bonne et de mauvaise qualité. Agronomie*, 1(2), 77– 82. doi:10.1051/agro:19810202
- Hamelman, J. (2012). *Bread: A Baker's Book of Techniques and Recipes.* Wiley Global Education.
- Heinrich, J. (1997). *Six Thousand Years oh Bread: Its Holy and Unholy History* (1^a Ed). The Lyons Press.
- Hoseney, R. C. (1992). *Physical chemistry of bread dough.* In H. G. Schwartzberg & R. W. Hartel (Eds.), *Physical Chemistry of Foods* (p. 443–457). New York, USA: Marcel Dekker Inc.
- Hoseney, R. C., & Seib, P. A. (1978). *Bread: From grain to table. Cereal Foods World*, 23, 262.
- Hsi-Mei Lai & Tze-Ching Lin (2006). *Handbook of food science, technology, and engineering* (Vol. 149) Washington, DC: Taylor & Francis. p. 148–11.
- Khachatourians, G. (1994). *Food Biotechnology: Microorganisms.* New York: Wiley-Interscience. p. 799–813.
- Kilcast, D., & Subramaniam, P. (Eds.). (2000). *The stability and shelf-life of food* (p. 1-22). CRC press.
- Kokelaar, J. J., van Vliet, T., & Prins, A. (1996). Strain Hardening Properties and Extensibility of Flour and Gluten Doughs in Relation to Breadmaking Performance. *Journal of Cereal Science*, 24(3), p. 199–214. doi:http://dx.doi.org/10.1006/jcrs.1996.0053
- Kulp, K. & Lorenz, K. (2003). *Handbook of dough fermentations* (Vol. 127). CRC Press.
- Lai, H.-M., & Lin, T.-C. (2006). *Bakery Products: Science and Technology. In Bakery Products* (p. 3–68). Blackwell Publishing. doi:10.1002/9780470277553.ch1
- Landraf, F. (2002). *Produits et procédés de panification. Techniques de l'ingénieur Filière de production: produits d'origine végétale*, p. 1–16.

- Latimer, G. W. (2012). *Official methods of analysis of AOAC International* (No. 543/L357). AOAC international.
- León, A. E., Rosell, C. M., Gómez, M., Brites, C., Haros, M., Trigo, M. J. & Collar, C. (2007). *De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*. ISEKI-Food.
- Lepard, D. (2004). *Art of Handmade Bread: Contemporary European Recipes for the Home Baker* (1ª Ed). Mitchell Beazley.
- Liu, C.-Y., Sheperd, K. W., & Rathjen, A. J. (1996). *Improvement of durum wheat pastamaking and breadmaking qualities. Cereal chemistry*, 73(2), 155–166.
- MacRitchie, F. (1989). *Identifying the bakoing quality related components of wheat flours. Cereal Foods World*, 34, 548.
- Martín, E., de Mateo, B., Miján, A, Pérez, A. M., Redondo, P. & Sáenz, I. (2007). *Pan y Cereales*. Dirección General de Salud Pública y Alimentación. Comunidad de Madrid.
- McGee, H. (2007). *On food and cooking: the science and lore of the kitchen*. Simon and Schuster.
- Medina, P. L. (2013). *Evaluación sensorial de pan de pulque*.
- Melville, J. & Shattock, H. T. (1938). *The action of ascorbic acid as a bread improver. Cereal Chemistry*, (Vol.15). p. 201-205.
- Mesas, J. M. & Alegre, M. T. (2002). *El pan y su proceso de elaboración the bread and its processing o pan eo seu proceso de elaboración*. CYTA-Journal of Food, (5ª Ed) (Vol. 3) p. 307-313.
- Miyazaki, M., Van Hung, P., Maeda, T., & Morita, N. (2006). *Recent advances in application of modified starches for breadmaking. Trends in Food Science & Technology*, 17(11), 591–599. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2006.05.002
- Montoya, M. T. G. (2012). *Mejora de las características tecnológicas y de los perfiles sensorial y nutricional de un producto de panificación mediante la formulación con aceite de oliva virgen*.
- Peighambardoust, S. H., Fallah, E., Hamer, R. J., & van der Goot, A. J. (2010). *Aeration of bread dough influenced by different way of processing. Journal of Cereal Science*, 51(1), 89–95. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2009.10.002
- Pino, J. J. (2011). *Caracterización fisicoquímica de la harina de maíz criollo (Zea Mays Amylacea) y su aplicación en la elaboración de Pan*.
- Programa PyMerural (2012). *Guía Para Determinar la Vida Útil en Anaquel*. Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. Nicaragua. Consultado el 08 octubre 2016. Disponible en: www.pymerural.org

- Quaglia, G. (1991). *Ciencia y tecnología de la panificación*. Acribia.
- Ramírez, E. H. (2012). *Mejora de calidad sensorial y funcional de pan de molde blanco rebanado*.
- Ramos, F. S. J. (2000). *Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado*.
- Reinhart, P. (2006). *El aprendiz de panadero*.
- Rosada, D. (2010). *Los prefermentos en la panificación (Parte I)*. Recuperado de http://www.elclubdelpan.com/libro_maestro/los-prefermentos-en-la-panificaci%C3%B3n-parte-i
- Salvador, G. & Bultó, L. (2001). *Larousse de la Dietética y la Nutrición*. Spes Editorial.
- San Lucas, C. H. & Cáceres, P. J. (2012). *Uso de Natamicina en Pan de Molde Sin Corteza para Aumentar el Tiempo de Vida Útil*.
- Sánchez, M. T. (2003). *Procesos de elaboración de alimentos y bebidas*. Mundi-Prensa Libros.
- Sevenou, O., Hill, S. E., Pesheck, P., Enz, J., & Mitchell, J. R. (2002). *From dough to bread: The end of a foam*. Paper presented at: AACC annual meeting and exhibition (Montreal, Quebec, Canada).
- Shewry, P. R., Halford, N. G., Belton, P. S. & Tatham, A. S. (2002). *The structure and properties of gluten: an elastic protein from wheat grain*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences. (1418^a Ed) (Vol. 357) p. 133-142.
- Suas, M. (2008). *Advanced bread and pastry*. Nelson Education.
- Young, L. & Cauvain, S. (2007). *Technology of Breadmaking*. Berlin: Springer. p. 88.
- Zumaeta, E. (2013). *Optimización del tiempo de proceso de pan fortificado a partir de harina de plátano "Musa paradisiaca L" y sachapapa morada "Dioscórea trifida L."*.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se estimó un tiempo de nueve (09) meses, las actividades se muestran a continuación:

Tabla 14. Diagrama de Gantt – Cronograma de actividades.

N°	ACTIVIDAD	2016									
		F	M	A	M	J	J	A	S	O	
01	Planificación de la investigación.										
02	Búsqueda de problemas a investigar.										
03	Determinación del problema y temática de la investigación.										
04	Preparación de la investigación.										
05	Búsqueda de fuentes de información.										
06	Recopilación de información.										
07	Desarrollo de la investigación y lugar de aplicación.										
08	Planteamiento del aspecto teórico.										
09	Planteamiento del aspecto metodológico										
10	Organización documentaria de la investigación.										
11	Verificación bibliográfica y preparación de la aplicación.										
12	Sustentación / Aprobación del Proyecto.										
13	Coordinación con la I.E de aplicación.										
14	Presentación de documentos para aplicación en el centro.										
15	Validación de instrumentos.										
16	Aplicación de los instrumentos de recojo de información.										
17	Análisis de la información recogida.										
18	Redacción del informe de tesis.										
19	Presentación y revisión del borrador del informe de tesis.										
20	Aprobación del informe de tesis.										
21	Sustentación.										

PRESUPUESTO

La ejecución del presente proyecto de investigación se realizará teniendo como fuente de financiamiento el apoyo del FINCYT (apoyo monetario) y al Ing. Sergio García (quien nos provee de los prefermentos). El presupuesto estimado se detalla:

Tabla 15. Recursos humanos.

Nº	Recursos humanos	Total
01	Asesoría teórica	1.00
02	Asesoría técnica	1.00
03	Equipo de apoyo	1.00
04	Equipo de trabajo	1.00
Total		4.00

Tabla 16. Bienes y materiales.

Nº	Bienes y materiales	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
01	Ordenador	1 unidad	2000.00	2000.00
02	Impresora	1 unidad	700.00	700.00
03	Papel bond	2 millares	20.00	40.00
04	Lapiceros	8 unidades	0.50	4.00
Total				2744.00

Tabla 17. Servicios.

Nº	Servicios	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
01	Tipeado	1000	1.00	1000.00
02	Anillado	5	20.00	100.00
03	Empastado	5	50.00	250.00
04	Internet	40	5.00	200.00
05	Viáticos	60	4.00	240.00
Total				1790.00

Tabla 18. Investigación.

Nº	Investigación	Precio Total
01	Búsqueda de información	200.00
02	Prefermentos	400.00
03	Análisis microbiológico y físico-químico	1500.00
04	Evaluación sensorial	500.00
Total		2600.00

Tabla 19. Resumen del presupuesto estimado.

Partidas	Parcial	Total
Recursos humanos	S/. 4000	4000.00
Bienes	S/. 2744.00	2744.00
Servicios	S/. 1790.00	1790.00
Investigación	S/. 2600.00	2600.00
Total		S/. 11134.00

ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación - Prueba del grado de satisfacción (escala Hedónica).

No:....

FORMATO DE EVALUACIÓN

PRUEBA DEL GRADO DE SATISFACCIÓN CON ESCALA HEDÓNICA

NOMBRES Y APELLIDOS:	FECHA: ... / ... / ...
	HORA:

1. INDICACIONES

Ud. Evaluará cuatro muestras de pan de molde blanco en cuanto a los atributos de color, olor, sabor y textura en el orden indicado.

Marque en la escala, con un aspa, el renglón que corresponda a la calificación para cada muestra.

ESCALA	MUESTRA :				MUESTRA :				MUESTRA :				MUESTRA :			
	C	O	S	T	C	O	S	T	C	O	S	T	C	O	S	T
Me gusta bastante																
Me gusta ligeramente																
Me es indiferente																
Me disgusta ligeramente																
Me disgusta bastante																

Leyenda: *C = Color*
 O = Olor
 S = Sabor
 T = Textura

2. OBSERVACIONES

Muchas Gracias por su Participación

Anexo 2. Resultados del color en escala Hedónica.

Panelista	Patrón					Muestra 1					Muestra 2					Muestra 3				
	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21
1	4	3	3	2	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3
2	4	3	3	2	2	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4
3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3
4	4	4	4	4	2	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3
5	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4
6	3	4	3	3	2	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3
7	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3
8	4	4	3	3	2	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	3
9	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4
10	4	4	4	2	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4
11	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3
12	4	4	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3
13	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4
14	3	4	3	2	2	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	3
15	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3
16	4	3	4	4	2	4	3	4	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3
17	3	4	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3
18	3	3	3	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4
19	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	4
20	4	4	3	3	2	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4
21	4	3	3	4	2	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3
22	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3
23	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4
24	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4
25	4	3	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3
26	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4
27	3	4	3	2	2	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
28	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4
29	4	3	3	4	2	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4
30	3	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3
31	3	3	4	2	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4
32	3	4	4	2	3	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3
33	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4
34	3	3	4	2	2	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3
35	4	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	4	4	3	4	4
36	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3
37	3	4	4	2	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
38	3	3	4	2	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3
39	3	3	4	3	2	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3
40	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4
41	3	3	3	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3
42	4	4	3	2	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4
43	4	3	4	2	2	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3
44	3	4	3	3	2	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4
45	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4
46	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3
47	3	4	4	3	2	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	3
48	4	4	4	2	2	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4
49	3	3	3	2	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3
50	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4
Σ TOTAL	179	175	172	151	140	178	176	175	172	171	179	177	175	173	173	181	177	176	175	173
PROMEDIO	3.58	3.50	3.44	3.02	2.80	3.56	3.52	3.50	3.44	3.42	3.58	3.54	3.50	3.46	3.46	3.62	3.54	3.52	3.50	3.46

Anexo 3. Resultados del olor en escala Hedónica.

Panelista	Patrón					Muestra 1					Muestra 2					Muestra 3				
	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21
1	5	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	5	3	3	3	4
2	4	4	3	3	4	5	4	3	4	2	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3
3	3	4	3	3	1	5	3	4	3	2	5	4	4	4	3	5	3	3	4	4
4	4	4	4	2	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3
5	4	4	3	3	4	3	4	3	4	2	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3
6	5	4	4	2	2	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	5	4	3	3	3
7	5	3	4	4	3	3	4	3	4	3	5	4	3	4	3	4	3	3	4	3
8	4	3	3	4	3	3	4	3	3	2	3	3	4	3	4	5	4	4	4	4
9	5	4	4	2	3	4	3	4	4	2	5	3	3	4	3	5	4	4	4	4
10	3	4	3	2	2	3	4	4	3	2	5	4	3	3	4	5	3	4	3	4
11	5	4	4	2	2	3	3	3	3	4	5	3	3	3	3	4	3	3	4	3
12	3	3	4	2	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	5	4	3	4	4
13	3	4	3	2	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4
14	5	4	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	5	4	3	4	3
15	5	3	4	2	2	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	4
16	5	4	4	3	3	3	4	3	3	2	5	4	4	3	3	3	4	3	4	3
17	3	3	3	4	3	5	4	4	3	2	5	4	3	3	3	5	4	4	3	3
18	4	4	3	2	1	4	3	3	4	2	5	4	3	4	3	3	4	3	4	3
19	5	4	4	2	3	5	4	3	3	4	5	4	4	3	4	3	4	4	4	3
20	3	4	4	2	2	5	3	4	3	2	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4
21	5	4	4	2	2	5	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3
22	3	4	3	3	1	4	3	4	3	2	5	4	4	4	4	3	4	3	3	3
23	4	4	3	3	2	5	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5	4	4	4	3
24	5	4	3	4	2	4	3	4	4	3	5	3	3	3	4	4	4	4	3	4
25	3	4	3	2	4	5	4	4	3	2	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3
26	5	4	3	4	3	5	3	3	4	4	5	4	4	3	4	5	3	3	4	3
27	5	4	3	4	4	3	4	4	3	2	5	3	4	3	3	3	3	3	3	4
28	4	4	4	3	2	3	4	3	4	2	4	4	4	3	4	5	4	4	3	4
29	5	4	4	2	4	5	4	3	4	2	5	3	3	4	4	5	3	4	3	3
30	4	4	4	2	2	3	4	4	3	2	3	4	3	3	3	5	4	3	3	4
31	5	3	3	3	1	4	4	3	4	4	5	4	4	3	3	4	4	4	4	4
32	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	5	4	4	3	3
33	3	3	3	2	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	5	4	4	3	4
34	5	4	4	3	3	3	3	3	3	2	5	4	3	3	3	4	4	4	4	3
35	3	3	3	3	4	5	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
36	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	5	3	4	4	3
37	3	3	3	2	1	5	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4
38	4	4	3	4	1	5	4	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4
39	4	3	4	3	2	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4
40	4	3	4	3	1	3	3	4	4	2	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4
41	4	3	4	4	4	4	3	3	4	2	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3
42	4	3	4	4	2	5	3	3	3	3	4	3	4	3	3	5	4	3	3	3
43	5	3	3	3	4	3	3	4	4	2	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4
44	5	4	3	3	3	4	3	3	3	2	4	4	4	3	3	5	4	3	4	4
45	3	3	3	2	2	4	3	4	3	4	5	4	3	4	3	4	4	4	4	3
46	4	4	3	3	3	5	3	3	4	2	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4
47	3	3	4	3	1	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	5	4	3	4	4
48	4	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	5	3	3	4	3
49	5	4	4	2	3	4	4	3	3	4	5	3	4	4	3	5	4	3	4	3
50	4	3	3	4	4	4	3	4	3	3	5	4	4	4	4	3	3	4	4	3
Σ TOTAL	205	180	173	142	133	195	175	170	169	146	203	183	174	173	172	210	178	175	175	174
PROMEDIO	4.10	3.60	3.46	2.84	2.66	3.90	3.50	3.40	3.38	2.92	4.06	3.66	3.48	3.46	3.44	4.20	3.56	3.50	3.50	3.48

Anexo 4. Resultados del sabor en escala Hedónica.

Panelista	Patrón					Muestra 1					Muestra 2					Muestra 3				
	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21
1	3	4	2	2	1	4	3	4	2	2	4	3	3	4	2	4	3	4	3	4
2	3	4	2	1	1	3	4	3	3	2	5	3	4	4	4	4	3	3	3	3
3	3	3	4	2	1	4	3	4	3	2	5	3	3	3	3	4	4	4	4	4
4	3	4	2	1	1	3	4	3	4	3	3	5	4	4	4	3	5	3	4	3
5	3	4	2	1	1	3	4	4	4	2	3	4	4	3	4	5	5	4	4	3
6	3	3	3	1	1	4	3	3	2	2	5	3	4	3	4	5	5	3	3	4
7	4	3	4	2	1	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	5	4	4	4	4
8	4	4	4	1	1	4	4	3	4	3	4	5	4	4	2	4	3	4	3	4
9	4	3	2	2	1	4	4	4	4	2	3	3	3	3	2	5	4	3	4	3
10	3	4	2	2	1	3	3	3	4	2	4	5	4	3	3	4	5	3	4	4
11	4	4	4	1	1	4	4	4	3	2	4	5	4	4	4	5	3	3	4	3
12	4	3	4	2	1	4	3	3	4	2	3	4	4	4	4	4	5	4	3	4
13	4	4	4	1	1	4	4	3	2	2	5	5	3	4	4	5	3	4	3	4
14	4	3	2	1	1	3	3	4	2	3	3	5	3	4	3	5	3	3	4	3
15	4	4	3	2	1	4	4	3	2	2	5	5	4	4	4	4	3	4	3	3
16	4	4	3	1	1	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4
17	3	4	3	1	1	4	3	4	2	3	5	5	4	3	2	5	4	4	3	4
18	3	3	2	2	1	4	4	3	2	3	5	4	4	4	4	3	5	3	3	4
19	3	3	4	2	1	4	3	4	4	2	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3
20	3	3	4	1	1	3	4	4	3	3	5	5	4	4	2	5	5	4	3	3
21	3	3	4	1	1	3	4	3	4	3	3	5	3	4	4	5	5	4	3	3
22	3	3	2	2	1	4	4	4	2	2	5	3	3	3	4	3	5	3	4	3
23	4	3	3	2	1	4	3	4	2	2	3	3	3	3	4	5	5	4	4	3
24	3	3	2	1	1	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	5	4	4	4	3
25	4	3	2	1	1	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4
26	3	4	2	2	1	4	3	3	2	3	4	5	4	4	3	5	5	3	3	3
27	3	3	3	1	1	4	3	3	4	2	3	3	4	3	2	5	5	3	3	4
28	3	4	2	1	1	4	4	3	3	3	5	3	3	3	4	3	3	4	4	3
29	3	3	3	1	1	3	4	3	2	2	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3
30	4	3	2	1	1	3	3	3	4	3	5	5	3	3	2	3	3	4	3	3
31	3	4	3	2	1	4	3	3	2	2	5	5	3	3	2	5	5	4	3	3
32	4	3	4	1	1	4	3	4	3	2	4	3	4	3	2	5	3	3	4	4
33	4	3	3	1	1	3	3	3	3	3	5	3	3	3	4	4	4	4	4	4
34	4	3	2	1	1	4	4	3	2	3	3	3	3	3	4	5	5	4	3	3
35	4	3	4	1	1	3	3	3	3	2	4	3	4	4	4	3	3	4	3	3
36	3	3	3	2	1	3	4	3	4	2	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3
37	3	3	3	2	1	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	5	4	3	4	3
38	3	3	3	2	1	4	4	3	3	3	5	3	4	4	3	5	4	4	4	4
39	3	4	2	2	1	3	3	4	3	3	5	5	4	3	3	4	3	4	3	3
40	4	4	2	2	1	3	4	4	4	3	5	5	4	3	2	3	4	3	4	4
41	3	3	3	1	1	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	5	3	4	3
42	4	4	3	1	1	3	4	3	3	3	5	3	4	3	4	3	3	4	4	4
43	4	4	3	1	1	4	3	3	4	3	5	4	3	3	2	5	5	3	4	3
44	4	3	4	1	1	4	3	3	2	3	4	5	4	3	3	4	5	4	4	4
45	4	3	3	2	1	4	3	4	4	2	5	3	4	4	4	5	5	4	4	3
46	4	4	4	1	1	3	4	4	2	3	5	4	3	3	4	5	3	4	3	4
47	4	3	4	1	1	3	4	3	4	2	4	5	4	3	2	4	4	4	3	3
48	4	3	2	1	1	3	3	3	4	2	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4
49	4	3	4	1	1	4	3	3	4	3	5	3	4	3	4	5	4	3	3	3
50	4	3	2	2	1	4	3	3	3	3	5	3	4	3	2	3	4	3	4	4
Σ TOTAL	176	169	146	70	50	180	176	168	153	127	208	196	179	172	162	211	201	182	176	172
PROMEDIO	3.52	3.38	2.92	1.40	1.00	3.60	3.52	3.36	3.06	2.54	4.16	3.92	3.58	3.44	3.24	4.22	4.02	3.64	3.52	3.44

Anexo 5. Resultados de la textura en escala Hedónica.

Panelista	Patrón					Muestra 1					Muestra 2					Muestra 3				
	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21	Día 1	Día 9	Día 15	Día 18	Día 21
1	4	3	4	3	2	3	3	4	3	2	5	3	4	4	4	5	5	3	3	4
2	3	4	3	4	3	5	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	5	4	4
3	3	3	3	4	3	5	4	4	3	2	3	4	4	3	4	4	3	5	4	3
4	3	3	3	4	4	5	4	3	4	4	5	4	3	3	4	5	3	3	4	4
5	4	3	3	2	2	4	4	3	3	3	5	4	3	4	4	5	4	3	4	4
6	5	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	5	5	3	3	5	3	5	3	4
7	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	5	3	4
8	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	2	5	5	4	4	3	4	5	5	4
9	5	3	4	2	4	3	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3
10	4	3	3	3	2	4	3	3	4	3	5	5	5	3	4	5	3	3	3	3
11	3	3	3	3	4	5	3	4	3	4	4	5	5	4	3	5	4	4	3	3
12	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	5	5	5	3	4
13	3	4	4	3	2	5	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	5	3	4
14	5	3	3	2	4	5	3	4	3	2	4	4	3	3	3	5	3	3	3	4
15	4	4	3	2	4	5	4	4	3	2	4	4	5	4	3	5	4	3	4	4
16	5	3	4	4	2	3	4	3	4	3	5	5	5	4	4	5	3	3	4	3
17	4	4	3	3	4	5	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	5	4	4
18	4	4	3	4	2	3	3	3	3	4	3	4	3	4	5	4	4	3	3	3
19	5	4	4	3	2	5	4	3	3	3	3	5	3	4	3	4	5	5	4	4
20	3	4	3	2	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4
21	3	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	5	3	3	4	5	3	3	3
22	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	5	3	4	4	3	5	3	5	4	3
23	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	5	4	3	4	4
24	4	4	3	3	3	3	4	4	4	2	5	3	3	4	4	5	5	3	4	4
25	4	4	4	2	2	4	4	3	4	4	5	5	3	4	3	4	5	3	4	4
26	4	4	3	2	3	3	3	4	3	2	4	4	4	4	4	5	3	5	3	3
27	4	4	3	3	2	3	4	4	3	4	5	4	5	4	3	3	5	5	4	3
28	3	4	3	2	2	3	3	4	3	4	5	5	3	4	3	5	4	5	3	4
29	3	4	4	4	2	3	4	4	3	3	3	5	3	4	3	3	4	4	4	4
30	4	3	4	4	2	3	4	3	4	4	5	3	5	3	4	3	3	5	4	3
31	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	3	3	4	5	3	5	4	4
32	3	3	3	4	2	4	3	3	3	3	5	4	5	4	3	5	5	4	3	4
33	5	3	3	4	2	5	3	4	3	3	3	4	5	3	4	4	5	3	3	3
34	3	4	4	3	4	5	3	4	4	4	3	4	4	3	4	5	5	3	3	3
35	3	4	3	4	2	5	4	4	4	3	5	5	4	4	4	5	5	4	4	3
36	4	4	4	4	3	5	4	3	3	2	5	3	3	3	3	4	4	3	4	4
37	4	3	3	2	2	4	3	4	3	2	5	3	4	4	4	4	5	5	3	4
38	3	4	3	3	4	5	4	3	4	4	4	3	5	3	4	4	3	4	4	3
39	3	4	4	3	2	5	4	3	3	4	4	3	4	3	4	5	5	4	4	3
40	3	3	3	3	2	3	4	3	4	4	3	5	3	4	4	4	4	3	4	4
41	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	5	3	4	4
42	3	3	3	3	3	4	3	4	3	2	4	4	4	4	4	4	5	5	3	3
43	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	5	3	3	4	4	4	5	3	3	4
44	4	3	4	2	3	3	4	4	4	4	3	5	3	4	4	4	5	4	4	3
45	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	5	4	5	3	3	4	5	4	4	3
46	5	3	4	2	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4
47	5	4	3	3	3	3	4	4	4	2	4	4	5	4	3	5	3	3	4	3
48	3	3	4	2	4	4	4	3	3	3	5	4	3	4	3	4	3	4	4	3
49	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4
50	5	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	5	4	3	3	5	5	3	4	3
Σ TOTAL	187	176	168	156	148	195	181	176	172	161	208	201	195	180	176	217	203	197	181	177
PROMEDIO	3.74	3.52	3.36	3.12	2.96	3.90	3.62	3.52	3.44	3.22	4.16	4.02	3.90	3.60	3.52	4.34	4.06	3.94	3.62	3.54