

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO



FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

OCT 2019/

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

PESQUERA Y DE ALIMENTOS



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“APLICACIÓN DE PRE FERMENTO LIQUIDO (POOLISH), PARA
OPTIMIZAR LA FORMULACION DEL PAN LIBRE DE GLUTEN A
BASE DE HARINA DE ARROZ (*Oryza sativa*)”**

AUTOR: BRAULIO BUSTAMANTE OYAGUE

(PERIODO DE EJECUCION: Del 01 de Junio del 2017 al 31 de
Mayo del 2019)

(Resolución de aprobación N°563 -2017 R)

Callao, 2019

Perú

I INDICE

	Pág.
I INDICE.....	1
INDICE DE TABLAS	4
INDICE DE FIGURAS	5
II RESUMEN	6
III INTRODUCCION	8
3.1 Problemática y objetivo de la investigación.....	8
3.1.1 Problema General	8
3.1.2 Problemas específicos.....	9
3.1.3 Objetivos general de investigación.	9
3.1.4 Objetivos específicos:.....	10
3.2 Importancia y Justificación de la investigación.....	10
3.2.1 Importancia	10
3.2.2 Justificación.....	11
IV MARCO TEORICO	12
4.1 Antecedentes	12
4.2 Marco teórico conceptual.....	13
4.2.1 Harina de Arroz	13
4.2.2 Pan libre del gluten	14
4.2.3 Pre fermentos.....	17
4.2.4 Elaboración de pre fermento liquido "poolish"	17
4.2.5 Elaboración de pan libre de gluten	18
4.3 Análisis del pre fermento y del pan sin gluten.....	20
4.3.1 Análisis fisicoquímicos del pre fermentos y del pan libre de gluten.....	20

4.3.2	Análisis físicos.....	20
4.3.3	Análisis sensoriales.....	21
4.4	Definiciones de la terminología a utilizada:.....	21
V	MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
5.1	Los materiales utilizados en la investigación	23
5.2	Población de la investigación y la muestra	24
5.3	Técnica, procedimiento e instrumento de recolección de datos y análisis estadísticos.....	24
VI	RESULTADOS	29
6.1	Resultados de determinación de Acidez final en los panes.....	29
6.2	Resultado de la determinación del pH del pan libre de gluten a base de arroz.....	30
6.3	Resultados de determinación de volumen y densidad aparente final en los panes	31
6.3.1	Resultados del volumen final del pan libre de gluten.....	31
6.3.2	Resultados del densidad aparente final del pan libre de gluten.....	33
6.4	Resultados de determinación de la densidad alveolar la miga del pan.....	34
6.5	Resultados de análisis de aceptabilidad del pan libre de gluten con diferentes niveles de adición de pre fermentos liquido.....	35
VII	DISCUSIÓN	37
7.1	Discusiones de los resultados de la acidez final del pan libre de gluten a base de arroz	37
7.2	Discusiones de los resultados del pH final del pan libre de gluten a base de arroz	37
7.3	Discusiones de los resultados del volumen y densidad aparente final del pan libre de gluten a base de arroz.....	38
7.4	Discusiones de los resultados de la densidad alveolar final del pan libre de gluten a base de arroz.....	38

7.5	Discusiones de los resultados del análisis de aceptabilidad del pan libre de gluten a base de arroz.....	39
	CONCLUSIONES	41
VIII	REFERENCIALES	42
IX	APÉNDICES	45
X	ANEXOS.....	54
10.1	MATRIZ DE CONSISTENCIA	54



INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 5.1 Formulación de pan libre de gluten con diferentes tratamientos.....	25
Tabla 6.1 Resultados de acidez final del pan libre de gluten obtenido con diferentes tratamientos de adición del pre fermento.....	29
Tabla 6.2	
Resultados del pH final del pan libre de gluten obtenido con diferentes tratamientos de adición del pre fermento.....	30
Tabla 6.3	
Resultados del volumen final del pan libre de gluten obtenido con diferentes tratamientos de adición del pre fermento.....	32
Tabla 6.4	
Resultados de la densidad aparente de los pan libre de gluten obtenido con diferentes tratamientos de adición del pre fermento.....	33
Tabla 6.5	
Resultados de la densidad aparente de los pan libre de gluten obtenido con diferentes tratamientos de adición del pre fermento.....	34
Tabla 6.6	
Resultados de la análisis sensorial de los pan libre de gluten obtenido con diferentes tratamientos de adición del pre fermento.....	36

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 4.1	
Flujo de Elaboración del pan sin gluten a base de arroz.....	19
Figura 5.1	
Flujo de elaboración del pan sin gluten a base de arroz.....	27
Figura 6.1	
Acidez vs porcentaje de adición de pre fermento líquido.....	30
Figura 6.2	
pH vs porcentaje de adición de pre fermento líquido.....	31
Figura 6.3	
Volumen vs tratamientos de adición de pre fermento líquido.....	32
Figura 6.4	
Densidad aparente vs tratamientos de adición de pre fermento líquido...	33
Figura 6.5	
Densidad alveolar vs tratamientos de adición de pre fermento líquido....	35
Figura 6.6 Aceptabilidad del pan vs tratamientos de adición de pre fermento líquido.....	36



II RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivos general de determinar si, la aplicación de pre fermento líquido (poolish) optimizar la formulación del pan libre de gluten a base de harina de arroz (*Oryza sativa*), para ello se utilizó el método de elaboración del pan mediante la técnica de pre fermento, para lo cual se preparó previamente, y luego se adicionó a la formulación en porcentajes de 10%, 15% y 20% con respecto a la harina, la formulación del pan de arroz, se utilizó los siguientes ingredientes (g/100g en base harina de arroz): agua (100g/100g), levadura seca instantánea (3g/100g), sal (1.8g/100g), aceite vegetal (6g/100g), goma tragacanto (2g/100g) y azúcar (10g/100g). La fermentación se llevó a cabo a 25 a 27°C y 75 a 87% de HR durante 30 minutos, se hornearon durante 30 minutos a 180 °C, luego se procedió a evaluar el porcentaje de acidez, pH, volumen, densidad aparente y aceptabilidad general. Obteniéndose los siguientes resultados de acidez: control (0.218), 10% (0.220) 15%(0.230), 20% (0.235), con respecto al volumen: control (325.83cc), 10% (324.17cc) 15%(331.67cc), 20%(335.83cc), con respecto al pH: control (4.33), 10% (4.33) 15%(4.31), 20% (4.24), con respecto a la densidad aparente: control (0.513g/cc), 10% (0.516g/cc) 15%(0.505g/cc), 20% (0.501g/cc), con respecto a la densidad alveolar: control (3.67), 10% (3.83) 15%(3.83), 20% (3.67) y del evaluación sensorial de aceptabilidad, el control (4.07), 10% (4.03) 15%(4.10), 20% (4.07), el análisis de varianza de la acidez, volumen, densidad aparente mostraron diferencias significativa al 5% entre los tratamientos evaluados, en cambios el pH final, densidad alveolar y la aceptabilidad no mostraron diferencias significativa

Las conclusiones del presente trabajo que el pre fermento líquido (poolish) no logra optimizar la formulación del pan libre de gluten elaborado a base de arroz por la adición de pre fermento líquido (poolish).

Palabras Claves: pre fermento, formulación, poolish, optimizar, harina de arroz, pan

ABSTRACT

The present research work had as general objectives to determine if, the application of liquid pre-fermentation (poolish) optimize the formulation of gluten-free bread based on rice flour (*Oryza sativa*), for this the method of elaboration of the bread using the pre-ferment technique, for which it was previously prepared, and then added to the formulation in percentages of 10%, 15% and 20% with respect to the flour, the rice bread formulation, the following were used Ingredients (g / 100g based on rice flour): water (100g / 100g), instant dry yeast (3g / 100g), salt (1.8g / 100g), vegetable oil (6g / 100g), gum tragacanth (2g / 100g) and sugar (10g / 100g). The fermentation was carried out at 25 to 27 ° C and 75 to 87% RH for 30 minutes, baked for 30 minutes at 180 ° C, then the acidity percentage, pH, volume, bulk density and general acceptability were evaluated. Obtaining the following acidity results: control (0.218), 10% (0.220) 15% (0.230), 20% (0.235), with respect to volume: control (325.83cc), 10% (324.17cc) 15% (331.67 cc), 20% (335.83cc), with respect to pH: control (4.33), 10% (4.33) 15% (4.31), 20% (4.24), with respect to bulk density: control (0.513g / cc), 10% (0.516g / cc) 15% (0.505g / cc), 20% (0.501g / cc), with respect to alveolar density: control (3.67), 10% (3.83) 15% (3.83) , 20% (3.67) and of the sensory evaluation of acceptability, control (4.07), 10% (4.03) 15% (4.10), 20% (4.07), analysis of variance of acidity, volume, bulk density showed differences 5% significant among the evaluated treatments, in changes the final pH, alveolar density and acceptability did not show significant differences

The conclusions of the present work that the liquid pre-ferment (poolish) fail to optimize the formulation of gluten-free bread made from rice by the addition of liquid pre-ferment (poolish)

Keywords: pre ferment, formulation, poolish, optimize, rice flour, bread

III INTRODUCCION

3.1 Problemática y objetivo de la investigación

Actualmente existen la problemática de impulsar el desarrollo utilizando productos nacionales para no depende de las importaciones y así garantizar nuestra seguridad alimentaria del país, es por ello necesario impulsar el desarrollo de productos que no contenga harina de trigo, pero el inconveniente que principal es que aporta proteínas funcionales que son la base de los productos de panificación, pastelería, galletería, etc, es decir elaborar productos libre de gluten, para ello se puede utilizar cualquier harinas sucedáneas para tal fin y con la ayuda de hidrocoloides se puede conseguir resultados aceptables, pero aún falta mejorar las formulación para tener un mayor aceptabilidad entre los consumidores en general, es por ello que se pretendió optimizar una formulación de pan libre de gluten a base de harina de arroz, adicionando pre fermento liquido el cual se elaboró utilizando harina de arroz, levadura prensada y agua, lo cual aportaría estructura de la miga, mejor sabor y aroma del pan libre de gluten.

El presente proyecto tuvo finalidad evaluar la adición en la formulación de pre fermento líquido (poolish), para optimizar las características sensoriales y físicas del pan libre de gluten a base de harina arroz (*Oryza sativa*)

El problema general se enuncia de la siguiente manera.

3.1.1 Problema General

¿La aplicación de pre fermento liquido (poolish), optimizaran la formulación del pan libre de gluten a base de harina de arroz (*Oryza sativa*)?

3.1.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del pre fermento líquido elaborado con harina de arroz y cómo influirá en la características fisicoquímica del pan libre de gluten?
- ¿La adición del pre fermento influirá en el volumen y densidad aparente final del pan libre de gluten a base de harina de arroz (*Oryza sativa*)?
- ¿La adición de pre fermento influirá en el alveolado de la miga del pan libre de gluten a base de harina de arroz (*Oryza sativa*) con edición de pre fermento?
- ¿La adición de pre fermento influirá en la aceptabilidad general del pan libre de gluten a base de harina de arroz (*Oryza sativa*)?
- ¿Cuál será el porcentaje óptimo de adición de pre fermento líquido en la formulación del pan libre de gluten a base de harina de arroz (*Oryza sativa*)?

Y los objetivos de la investigación que se derivan del problema general y específicos son los siguientes

3.1.3 Objetivos general de investigación.

Determinar si, la aplicación de pre fermento líquido (poolish) optimiza la formulación del pan libre de gluten a base de harina de arroz (*Oryza sativa*).

3.1.4 Objetivos específicos:

- Determinar si, las características fisicoquímicas del pre fermento líquido elaborado con harina de arroz influye en la características fisicoquímica del pan libre de gluten.
- Determinar si, la adición del pre fermento influye el volumen y densidad aparente final del pan libre de gluten a base de harina de arroz (*Oryza sativa*).
- Determinar si, la adición de pre fermento influye en el alveolado de la miga del pan libre de gluten a base de harina de arroz (*Oryza sativa*) con edición de pre fermento.
- Determinar si, la adición de pre fermento influye en la aceptabilidad general del pan libre de gluten a base de harina de arroz (*Oryza sativa*).
- Determinar el porcentaje óptimo de adición de pre fermento líquido en la formulación del pan libre de gluten a base de harina de arroz (*Oryza sativa*).

3.2 Importancia y Justificación de la investigación.

3.2.1 Importancia

La evaluación de la adición del porcentaje de pre fermento al pan libre de gluten a base de harina de arroz es importante porque, el conocimiento de los resultados permitió:



- a) Conocer el nivel óptimo de porcentaje de pre fermento en la formulación de pan libre de gluten para mejorar sus características físicas y sensoriales lo cuales servirán de base a otras investigaciones similares

El aporte de la investigación es de carácter tecnológico, de elaboración de panes libre de gluten mejorado con la adición de pre fermentos en su formulación.

3.2.2 Justificación

Las razones que motivaron la realización del presente estudio fueron:

- a) Porque, no existe muchos trabajos en nuestra realidad aplicando pre fermento en panes libre de gluten.
- b) Porque, existe en la actualidad una necesidad de buscar la seguridad alimentaria de nuestro país utilizando alimentos nativos

IV MARCO TEORICO

4.1 Antecedentes

“La harina de arroz es una de las más apropiadas para la elaboración de productos libres de gluten debido a su bajo contenido en pro laminas, sabor suave, aspecto incoloro, propiedades hipo alergénicas, bajos niveles de sodio y alta digestibilidad del almidón según Torbica et al., 2012, sin embargo las proteínas del arroz son incapaces de formar una red que retenga los gases producidos durante la fermentación y el horneado según Gujral y Rosell., 2004. Por eso a los productos libres de gluten se les agrega hidrocoloides con el fin de que estos imiten las propiedades del gluten” citado por (Merino, 2013).

“La relación ancho/alto de los panes de arroz con la adición de Hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC), presentó una mejor proporción en su estructura y su miga. Al comparar los resultados obtenidos al 1% y 2%, se observó que el uso de 2% de HPMC tuvo una relación ancho/alto menor, lo cual demostró que estos panes presentaron mayor altura que al usar 1% de HPMC” (Moran y Solesdipa, 2013)

“Preliminarmente los productos libres de gluten se destinaban a las personas con intolerancia al gluten, esto no significa que la mayoría de consumidores lo consuman es un producto indicado para toda la población” (Borja, 2015)

Según Gujral y Molina, 2004, entre los cereales considerados aptos para ser consumidos por la población que tiene problemas con el gluten (maíz, arroz, sorgo) y que han sido objetos de estudios para intentar sustituir al trigo en la formulación de productos panificados, el arroz es el más utilizado. Esto es debido a que por su bajo contenido en prolaminas citado por (Armando, 2011)

En los últimos años, se han publicado numerosos estudios que muestran los resultados de la utilización de diferentes materias primas en la calidad de panes libres de gluten. Los ingredientes más comúnmente usados son la harina de arroz, ya sea refinada o integral; la harina y/o almidón de maíz, las harinas de sorgo y mijo, el almidón de papa, la harina de granos andinos y legumbres citado por (Sciarini, 2011)

4.2 Marco teórico conceptual

4.2.1 Harina de Arroz

Según Morán, 2017, el arroz (*Oryza sativa*), forma parte de 19 especies de hierbas de la familia de las Gramíneas. Es nativa del Sureste asiático y se han encontrado cultivo antes del año 5000 a.C. en el oriente de China, y antes del año 6000 a.C. en al norte de Tailandia, por su parte Bailón, 2006, señala si se piensa en elaborar un pan sin gluten, el arroz es el cereal con las mejores propiedades para elaborar este tipo de pan, debido que su harina presenta un sabor suave, color blanco y es altamente digerible, citado por (Palacin, 2018)



“[...] El uso de otras harinas distintas al trigo se ha desarrollado como método para aumentar la variedad de productos para personas con enfermedad celíacas” (Lezana, 2015).

Según Sciarini & Pérez, 2013, señala que algunos estudios indican que utilizar harina de arroz, harina de soja y almidón de mandioca permite obtener pan sin gluten de buena calidad con un volumen específico y una dureza de la miga adecuados, citado por (Manobanda,2017).

4.2.2 Pan libre del gluten

El pan es un alimento básico elaborado generalmente con cereales, usualmente en forma de harina, y un medio líquido, habitualmente agua. Desde la antigüedad se han elaborado panes de muchas maneras. Una de las grandes diferencias es la adición de levadura; la acción de la levadura transforma las características de la harina y le da volumen, textura, esponjosidad y sabor al pan citado por (Cóndor, 2013).

Según Ordoñez y Oviedo, 2010, señala que el pan es un alimento básico que forma parte de la dieta tradicional en América, Oriente Medio, India y Europa, que se prepara mediante el horneado de una masa elaborada fundamentalmente con harina de cereales y puede ser elaborado con levaduras (pan fermentado), o sin levaduras. Citado por (Jimenez,2018).

Según Kulp y Lorenz, 2003 señala que el sabor final es producido en un proceso que pasa por dos etapas. Los



componentes primarios son sintetizados durante la fermentación. Sin embargo, debido a que la última fase de la elaboración del pan es horneado, muchos de los productos de fermentación, especialmente los compuestos volátiles, se evaporan o se modifican una vez más por la alta temperatura del horno. Sin embargo, los compuestos volátiles no se han perdido en su totalidad debido a que la masa se calienta desde el exterior; los compuestos volátiles tienden a estar concentrados en el interior de la miga del pan cuando la cocción avanza. Por ejemplo, un pan recién horneado puede contener hasta un 0,5 por ciento de etanol (peso de la harina), a pesar del hecho de que su temperatura interna está muy por encima del punto de ebullición del etanol. La más importante modificación del sabor se produce como resultado de la reacción de Maillard, entre los grupos hidroxilo de los carbohidratos con los aminoácidos o péptidos cortos, derivados de la proteína de harina citado por (Pacheco,2016).

“Durante el almacenamiento del pan se produce la retrogradación del almidón y el incremento de la dureza del pan. La miga se vuelve cada vez más firme, más seca y menos elástica” (Fenema, 2008).

Una de las formas más eficaces de sustituir el gluten es por medio de la goma xantana, las gomas son polisacáridos de alto peso molecular que tiene la capacidad de actuar como espesantes y gelificante y que además presentan algunas propiedades funcionales tales como la emulsificación, estabilización entre otras la goma xantana es un heteropolisacaridos ramificado, que es muy soluble en agua fría

y caliente y forma soluciones muy viscosas estables al calor [...] citado por (Hernández, 2012).

Sivaramakrishnan et al. (2004) trabajaron en una serie de ensayos con dos tipos de arroces: grano largo y grano corto. Las harinas de estas muestras fueron utilizadas en la elaboración de pan con aditivos como la hidroxipropilmetilcelulosa. Compararon los resultados obtenidos con harina de trigo (100 %) y con harina de trigo/harina de arroz (50-50), encontrando una importante mejora en las propiedades panificables y en la calidad de textura de miga con las muestras obtenidas a partir del arroz grano largo. Citado por (Sánchez, et al, 2008).

Según Cauvain & Young 2007, señala que la levadura como cualquier organismo viviente requiere de ciertas condiciones para que su metabolismo funcione de manera óptima. Por lo tanto, para una adecuada fermentación se requiere de ciertos factores, como nivel de humedad adecuado, temperaturas moderadas, apropiado grado de acidez, fuente carbohidratos fermentables y fuente de nitrógeno asimilable. Así como también ciertos minerales esenciales. El crecimiento propio de la levadura trae cambios en el medio durante la fermentación, tales como depleción de sustancias fermentables, acumulación de productos que aportarán al sabor (dióxido de carbono, alcoholes, ácidos y ésteres), disminución del pH, desarrollo de la red de gluten, etcétera, citado por (Conde,2014).

“[...] Durante la fermentación, la glucosa presente en la pasta se transforma en etanol y anhídrido carbónico por la levadura *Saccharomyces cerevisiae* [...]” (Cheftel, Cheftel y Pierre, 1976).

Según Martínez, 2010, indica que la goma xantana es el ingrediente que sustituye las funciones del gluten dentro de la

elaboración del pan libre de gluten, debido a su alta capacidad de absorción de agua, de visco elasticidad y de termo-coagulación, lo cual le diferencia de cualquier otra proteína vegetal. Otro uso en panificación debido a sus propiedades, es como agente emulsificante, ya que además de poseer un alto contenido de fibra dietética, se caracteriza por su capacidad de retención de agua y sus propiedades de adhesión y formación de película citado por (Gutiérrez, 2015).

4.2.3 Pre fermentos

Se denomina pre fermentos aquella masa hecha con levadura comercial que se preparan y se 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 producen una fermentación poco ácida, con mayor cantidad de ácido láctico que ácido acético (Barriga, 2003). El pre fermento líquido conocido como "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. Citado por (Hurtado, 2016).

4.2.4 Elaboración de pre fermento líquido "poolish"

Un fermento líquido o pre fermento "plástico" que usualmente contiene 70% a 100% de la harina total de la masa y

normalmente se fermenta por 3 horas. La esponja líquida que contiene alrededor de 20 a 50% de la harina total y se fermenta en un tanque de unas dos horas. El fermento agua – levadura o fermento libre de harina, usualmente contiene azúcar en lugar de harina y fermenta en un tanque durante una hora (Quaglia, 1991).

4.2.5 Elaboración de pan libre de gluten

Para la elaboración del pan libre de gluten a base de arroz tenemos la siguiente metodología propuesta por (Merino, 2013) que consiste en lo siguiente:

Los ingredientes (g/100g en base harina o almidón o en la mezcla harina/almidón): agua (90g/100g), levadura seca instantánea (3g/100g), sal (1.8g/100g), aceite (6g/100g), Goma (2g/100g) y azúcar (5g/100g) se utiliza agua a una temperatura entre un rango de 20 a 22°C. Los ingredientes se amasan durante 8 minutos a velocidad 2 con el gancho amasador, usando una batidora kitchen Aid 5KPM50 (Linchen Aid, Michigan, Estados Unidos), las masas de pan se dividieron en porciones de 250 gramos y se colocaron en moldes de aluminio de 232mm de largo y 108mm de ancho modelo 151090 (ALUS chale, Wiklarn, Alemania). La fermentación se llevó a cabo a 30°C y 75% de HR durante 90 minutos en una fermentadora FC-K (Salva, Lezo, España). Tras la fermentación se hornearon en un horno eléctrico modular (Salva, Lezo, España) durante 40 minutos a 190 °C. Las piezas se desmoldaron tras un reposo de



60 minutos y se introdujeron las piezas en bolsas de polietileno y se almacenaron a 20°C hasta sus análisis. Todas las elaboraciones se realizaron por duplicado

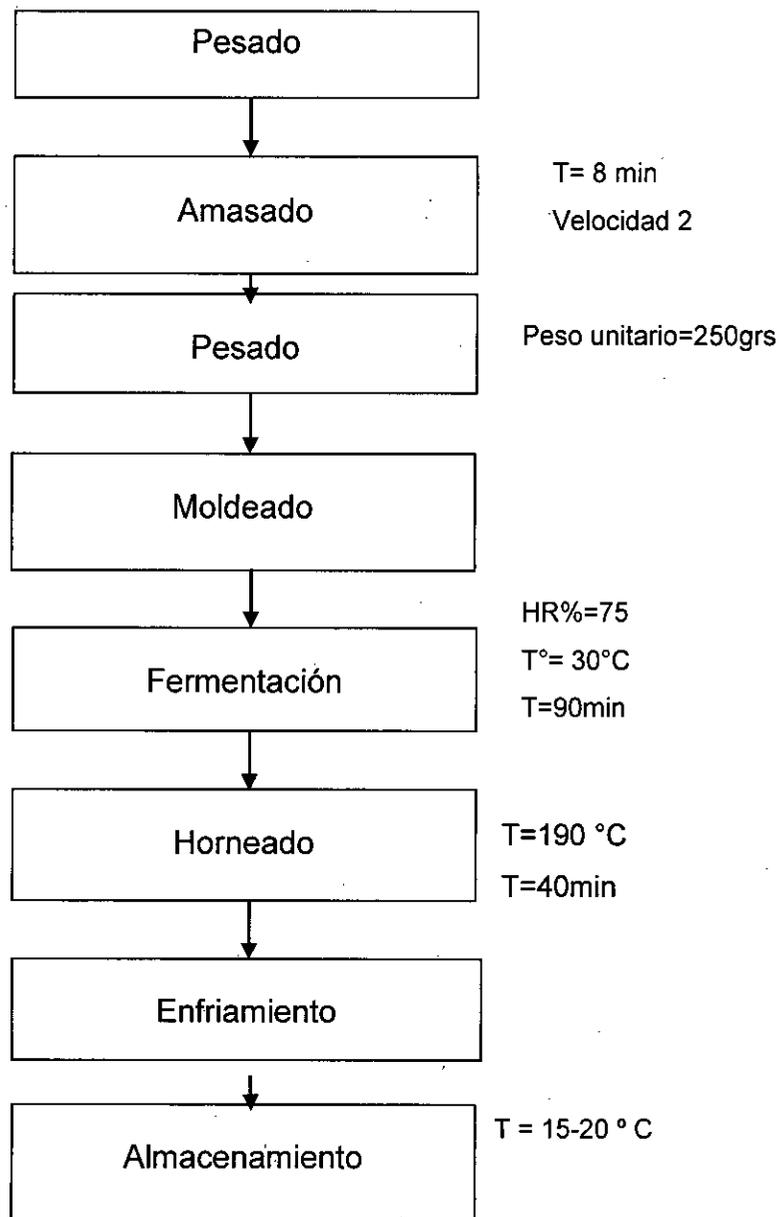


Figura 4.1 Flujo de Elaboración del pan sin gluten a base de arroz.

Fuente: (Merino, 2013)

4.3 Análisis del pre fermento y del pan sin gluten

4.3.1 Análisis fisicoquímicos del pre fermentos y del pan libre de gluten

“El control del desarrollo de la preparación durante la fermentación es mediante la medida del pH y la determinación de la acidez titulable total” (Cauvain, Stanley y Young, 2002)

La determinación del pH se lleva a cabo a través de un potenciómetro penetrando los electrodos en las masa, la acidez se determina utilizando 10g de muestras se disuelve en 50ml de agua destilada a la que se han añadido 2ml de una solución de fenolftaleína al 1%.luego la solución se titula con hidróxido de sodio 0.1N hasta que se forme un color rojo estable, la acidez se expresa en ácido acético citado por (Quaglia, 1991).

4.3.2 Análisis físicos

a. Análisis del pan densidad aparente

Según Sahin & Gülüm Sumnu, 2006, El volumen, que afecta la aceptación por parte del consumidor, se puede calcular a partir de las dimensiones o utilizando varios métodos como: desplazamientos de líquidos, semillas, gas o sólidos y procesos de imágenes. La porosidad es una propiedad física que caracteriza la textura, la calidad de los panes y humedad intermedia. La porosidad se puede calcular como la diferencia entre el volumen global de un trozo de material poroso y el volumen después de la destrucción de todos los espacios vacíos



por comprensión, por método óptico, por método de densidad, o utilizando un picnómetro o porosímetro, citado por (Vargas, 2016).

“[...] la densidad del pan puede variar de 0.13 a 0.25 este último sería un amasado normal” (Adrián, Chargelegue, Chiron, 1994).

b. Densidad Alveolar

El alveolado se determina mediante una técnica de análisis de imagen de donde tomando una sección de miga para luego poder determinar la densidad alveolar de la miga el cual se expresa en número de alveolos entre el área seleccionada (Martínez, 2013)

4.3.3 Análisis sensoriales

Estos análisis son empleados en la evaluación sensorial de alimentos para conocer la aceptabilidad de estos por parte del consumidor así como también sus preferencias de consumo. En ambos casos, se busca medir criterios a partir de datos obtenidos de una muestra poblacional representativa de un grupo social de individuos que, por consideraciones de idiosincrasia de consumo, cultura, nivel económicos, lugar de residencia, entre otros aspectos socioeconómicos y culturales citado por (Ureña, D'Arrigo, 1999)

4.4 Definiciones de la terminología a utilizar:

a. Acidez total

Es la medición volumétrica del contenido de ácidos presente en una muestra, se expresa en porcentaje del ácido más predominante.

b. Pre fermentos son masa fermentada utilizada para mejorar las características del pan.

c. Formulación

Son las cantidades utilizadas en proporciones adecuadas para elaborar un producto.

d. Optimizar

Es mejorar una o más características físicas, sensoriales o microbiológica de un producto, con la adición de un nuevo componente, o la reformulación del mismo en un alimento.

f.- pH

Es la medición del potencial de hidrogeno presente en una muestra y se evalúa en una escala de 0 a 14 donde se especifica de 0 a 7 ácido, 7 neutro y de 7 a 14.

h. Alveolos

Son las cavidades que se forman dentro de la miga del pan por la producción de gas como producto de la fermentación alcohólica de las levaduras



V MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Los materiales utilizados en la investigación

EQUIPOS

Horno Convector eléctrico

Material: Metal

Temperatura máxima: 250 c

Potencia: 1800 w

Marca: Imaco

INSTRUMENTOS

Termómetro digital Marca Taylor modelo 9841

Escala de -50/260°C

Medidor de pH Marca Hanna Instruments

Rango de pH 0.00 a 14.00

Temperatura 0.0°C a 100°C

MATERIALES DE VIDRIO

Bureta de 25ml

Soporte Universal

Matraces Erlenmeyer

REACTIVOS

Indicador de fenolftaleína al 1%

Solución de Hidróxido de sodio a 0.1N



Los instrumentos, reactivos y materiales de vidrios utilizados pertenecen al laboratorio de Chucuito, y el equipo pertenece al Laboratorio de Ingeniería de procesos y operaciones unitarias (LIPOU) de la Facultad de ingeniería Pesquera y de Alimentos, ubicado en la ciudad universitaria.

Adquisición de insumos

Los insumos adquiridos para el presente trabajo de investigación fueron levadura instantánea marca Okedo Marron Puratos, azúcar blanca granulada, sal, Harina de Arroz, Aceite Vegetal y goma tragacanto (E413) fueron adquiridos en el Centro comercial MINKA ubicado en la av. Argentina 3093 Callao

5.2 Población de la investigación y la muestra

La población total está conformada por 160 panes libre de gluten elaborado a base de arroz con diferente adición de pre fermentos

La muestra aleatoria simple estuvo conformada por 36 panes por cada uno de los tratamientos evaluados (control, 10%, 15% y 20% de adición de pre fermentos en la formulación con respecto a la harina)

5.3 Técnica, procedimiento e instrumento de recolección de datos y análisis estadísticos

- En primer lugar se procedió a elaborar el pre fermento líquido, utilizando 250 gramos harina de arroz y 250ml agua (proporción 1:1) y 10 gramos de levadura instantánea para acelerar el proceso fermentativo, luego se dejó reposar por espacio de 30 minutos a 87% de humedad relativa y una temperatura de 27°C para lo cual se



acondiciono utilizando recipiente de agua caliente dentro de ambiente cerrado.

- Luego se determinó la acidez total mediante la técnica de volumétrica utilizando hidróxido de sodio e indicador fenolftaleína y la determinación del pH mediante el uso del potenciómetro durante la fermentación del pre fermento hasta llega a su pH final de 4.2
- Luego se elaboró los panes libre de gluten, siguiente la metodología propuesta por (Merino, 2013), adicionando en la formulación de pan libre de gluten a base de arroz según la Tabla 1, los diferentes porcentaje de pre fermento 10%,15% y 20% con respecto a la total de harina de arroz empleada en la formulación y una muestra control(ausencia del pre fermento) para luego poder determinar el porcentaje óptimo de adición de pre fermento en la formulación en base a los análisis físicos, fisicoquímicos y sensoriales del pan

Tabla 5.1

Formulación de pan libre de gluten con diferentes tratamientos

N°	Descripción de la Formulación	cantidad
1	Harina de Arroz	100
2	Agua potable	100
3	Levadura instantánea	3
4	Sal de mesa	1.8
5	Aceite Vegetal	6
6	Goma (E413)	2
7	Azúcar blanca Granulada	10
8	Pre fermento liquido	10%, 15%, 20%

Fuente: Elaboración propia (2018)

La temperatura del agua añadida para todos ensayos fue constante a rango de 18 a 20°C. Los ingredientes se amasaron durante 8 minutos a velocidad 2 con el gancho amasador, usando una batidora kitchen Aid 5KPM50 (Kitchen Aid, Michigan, Estados Unidos), las masas de pan se dividieron en porciones de 180 gramos y se colocaron en moldes de aluminio de 232mm de largo y 108mm de ancho. La fermentación se llevó a cabo a una temperatura de entre 25 y 27°C y una Humedad relativa de 75 a 87% de durante 30 minutos. Tras la fermentación se pintaron con huevo batido y se hornearon en un horno eléctrico conventor (Marca IMACO) durante 30 minutos a 180°C. Los panes se desmoldaron tras un reposo de 60 minutos y se introdujeron los panes en bolsas de polietileno y se almacenaron a temperatura ambiente hasta sus análisis respectivos Todas las elaboraciones se realizaron por duplicado. Véase en la Figura 5.1 el diagrama de flujo de elaboración del pan libre de gluten con diferentes porcentajes de adición de pre fermento.

Se determinó el volumen aparente de los panes libre de gluten con los diferentes tratamientos y el control, mediante el método del desplazamiento de la semilla. Para ello se utilizó un recipiente cilíndrico y se llenó de semilla de linaza y se enraso, luego se retira la mitad y se coloca el pan entero y se vuelve a llenar con la semilla de linaza y la semilla sobrante se mide en una probeta graduada y se mide el volumen ocupado que equivale al volumen del pan ocupado., se procedimiento se realiza a todas las muestras para determinar su volumen aparente y su densidad aparente mediante la siguiente ecuación (1)

$$Densidad\ aparente\ del\ pan = \frac{peso\ (g)}{Volumen\ (cc)} \dots\dots\dots (1)$$



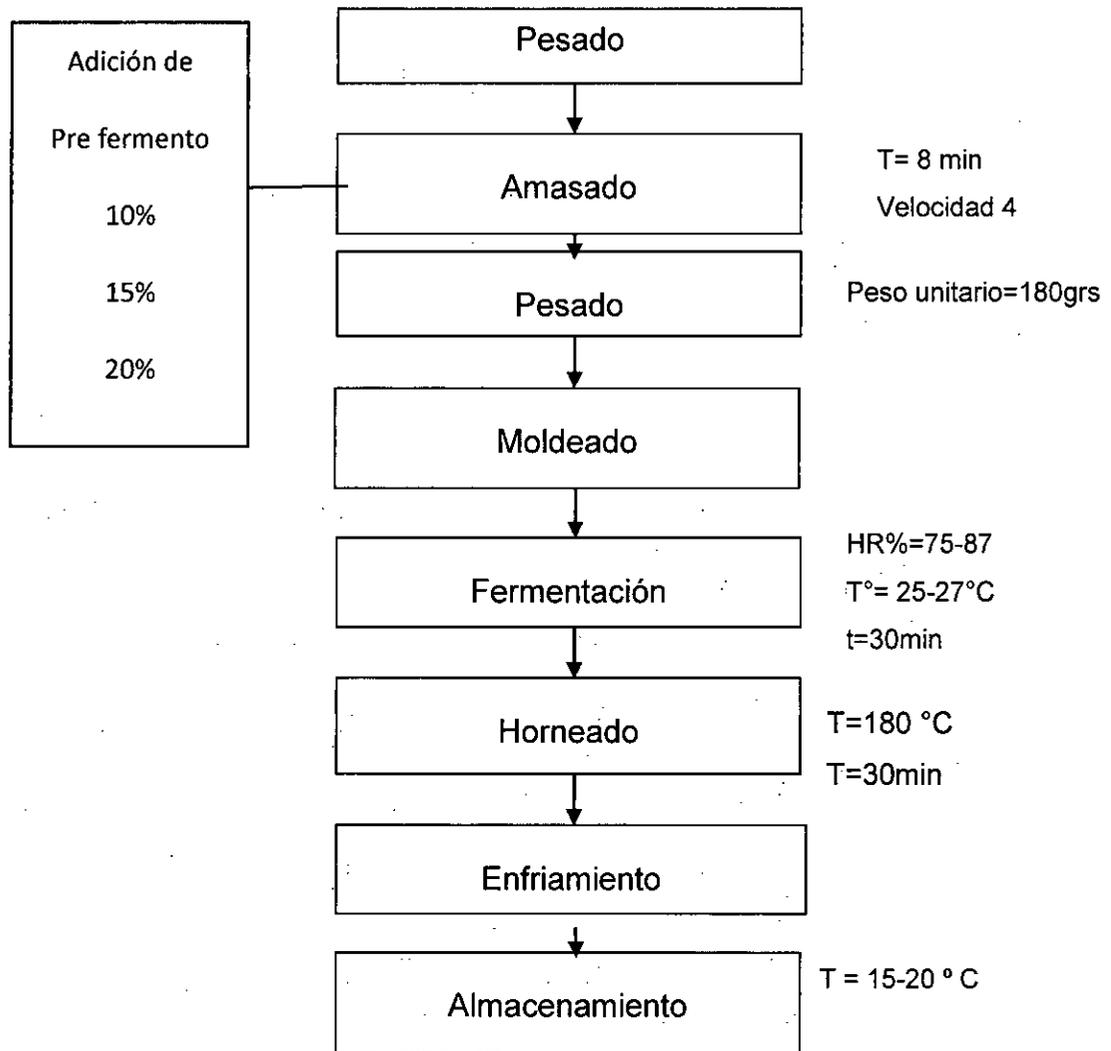


Figura 5.1 Flujo de elaboración del pan sin gluten a base de arroz
Fuente: Elaboración propia (2018) adaptado de (Merino, 2013)

Se determinó la densidad alveolar de la miga del pan libre de gluten con los diferentes tratamientos y el control, mediante el conteo del número de cavidades visibles dentro un área determinada de la foto tomada de las rebanada de las cuatros tratamiento expresando el resultado en número de alveolo por unidades pixeles del área seleccionado igual para todos los diferentes tratamientos evaluados

Se determinó la aceptabilidad general del pan libre de gluten mediante 31 consumidores habituales lo cuales se le solicito evaluar los siguientes: atributos, sabor, aroma, esponjosidad de miga y apariencia de la miga. Según los resultados y metodología utilizada. Véase en el Anexo 10.2

Se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA), a un nivel de significancia del 5%, para evaluar si existe diferencias entre los resultados obtenidos de acidez total, pH, volumen, densidad aparente, densidad alveolar, pero siendo el análisis principal la evaluación de la aceptabilidad del pan con diferente porcentaje de adición de pre fermento en la formulación del pan libre de gluten por parte de los consumidores habituales para ver si existe mejorar en la formulación del pan.



VI RESULTADOS

6.1 Resultados de determinación de Acidez final en los panes

En la tabla 6.1 se indica los resultados del análisis fisicoquímico realizado a los panes libre de gluten con diferente porcentaje de adición de pre fermento en la formulación, para determinar la acidez final después de la cocción y enfriamiento del pan.

Tabla 6.1

Resultados de acidez final del pan libre de gluten obtenido con diferentes tratamientos de adición del pre fermento

Tratamientos	Porcentaje de acidez final expresado en ácido acético
Control sin pre fermento liquido	0.218
10% de pre fermento liquido	0.220
15%de pre fermento liquido	0.230
20% de pre fermento liquido	0.235

Fuente: Elaboración propia (2018)

En la figura 6.1 se visualiza en forma de barras los resultados del análisis químico realizado a los panes libre de gluten con diferente porcentaje de pre fermento adicionado a la formulación, para determinar la acidez final después de la cocción y enfriamiento

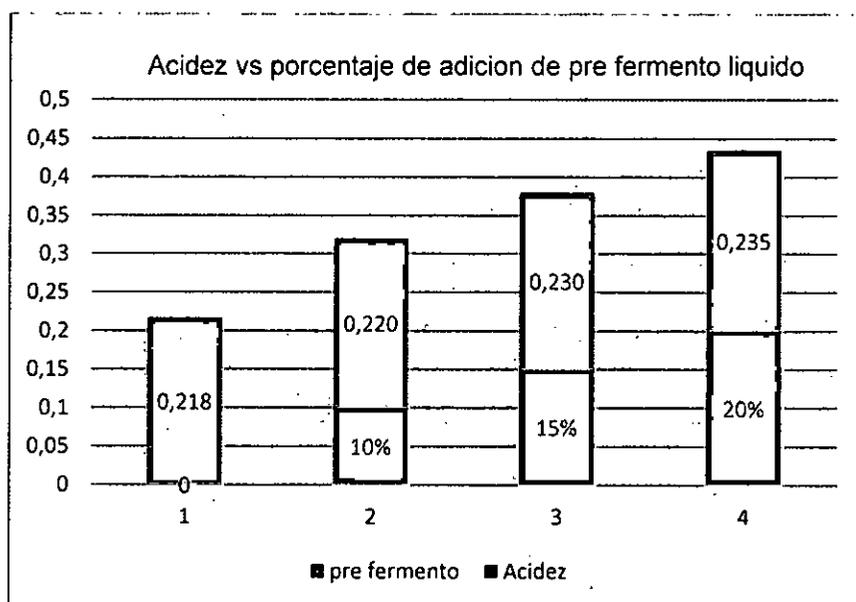


Figura 6.1. Acidez vs porcentaje de adición de pre fermento liquido.

Fuente: Elaboración propia (2018)

6.2 Resultado de la determinación del pH del pan libre de gluten a base de arroz

En la tabla 6.2 se indica los resultados del análisis fisicoquímico realizado a los panes libre de gluten con diferente porcentaje de pre fermento adicionado a la formulación, para determinar el pH final después de la cocción y enfriamiento

Tabla 6.2

Resultados del valores de pH final del pan libre de gluten obtenido con diferentes tratamientos de adición del pre fermento

Tratamientos	Valor del pH final
Control sin pre fermento liquido	4.33
10% de pre fermento liquido	4.33
15% de pre fermento liquido	4.31
20% de pre fermento liquido	4.24

Fuente: Elaboración propia (2018)

En la figura 6.2 se visualiza en forma de grafica de barras los resultados del análisis fisicoquímico realizado a los panes libre de gluten con diferente

porcentaje de adición de pre fermento a la formulación, para determinar el pH final después de la cocción y enfriamiento

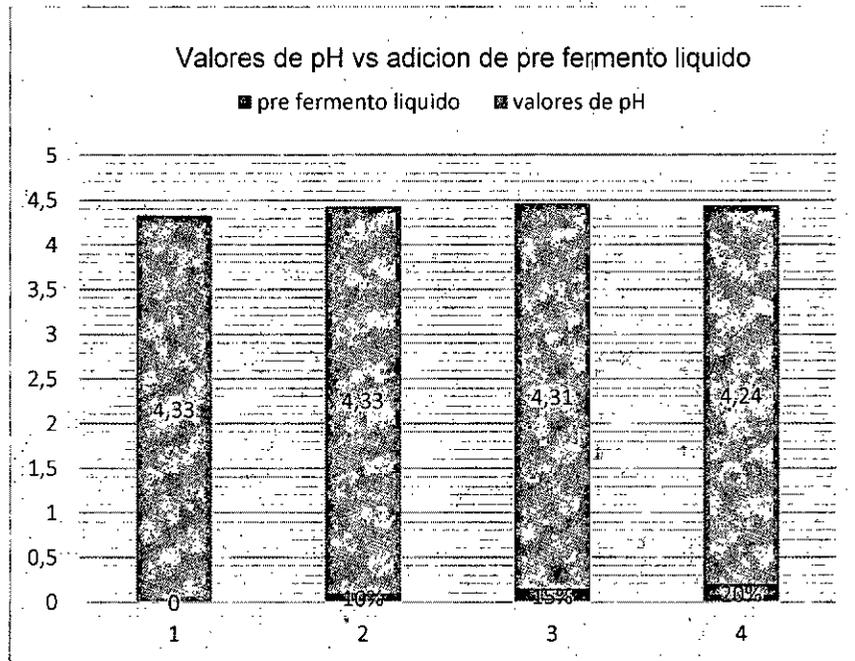


Figura 6.2 pH vs porcentaje de adición de pre fermento líquido

Fuente: Elaboración propia (2018)

6.3 Resultados de determinación de volumen y densidad aparente final en los panes

6.3.1 Resultados del volumen final del pan libre de gluten

En la tabla 6.3 se indica los resultados del análisis físico realizado a los panes libre de gluten con diferente porcentaje de pre fermento adicionado a la formulación, para determinar el volumen final después de la cocción y enfriamiento.

Tabla 6.3

Resultados del volumen final del pan libre de gluten obtenido con diferentes tratamientos de adición del pre fermento

Tratamientos	Volumen (cc)
Control sin pre fermento liquido	325.83
10% de pre fermento liquido	324.17
15% de pre fermento liquido	331.67
20% de pre fermento liquido	335.83

Fuente: Elaboración propia (2018)

En la figura 6.3 se visualiza en forma de barras los resultados del análisis físico realizado a los panes libre de gluten con diferente porcentaje de pre fermento adicionado a la formulación, para determinar el volumen final después de la cocción y enfriamiento

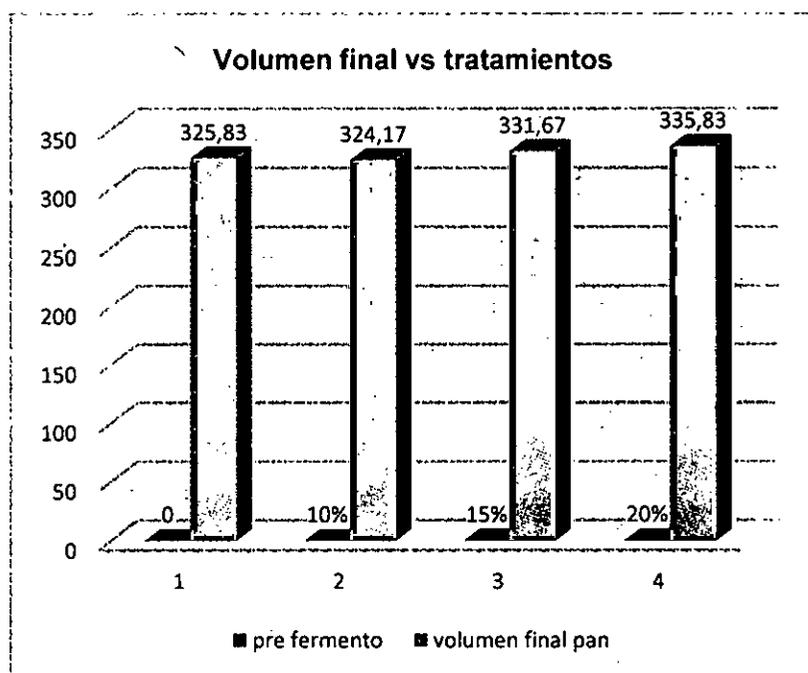


Figura 6.3 Volumen vs tratamientos de adición de pre fermento líquido.

Fuente: Elaboración propia (2018)

6.3.2 Resultados del densidad aparente final del pan libre de gluten

En la tabla 6.4 se indica los resultados del análisis físico realizado a los panes libre de gluten con diferente porcentaje de pre fermento adicionado a la formulación, para determinar la densidad aparente después de la cocción y enfriamiento

Tabla 6.4

Resultados de la densidad aparente de los pan libre de gluten obtenido con diferentes tratamientos de adición del pre fermento

Tratamientos	Densidad aparente g/cc
Control sin pre fermento liquido	0.513
10% de pre fermento liquido	0.516
15% de pre fermento liquido	0.505
20% de pre fermento liquido	0.501

Fuente: Elaboración propia (2018)

En la figura 6.4 se indica los resultados del análisis físico realizado a los panes libre de gluten con diferente porcentaje de pre fermento adicionado a la formulación, para determinar la densidad aparente después de la cocción y enfriamiento

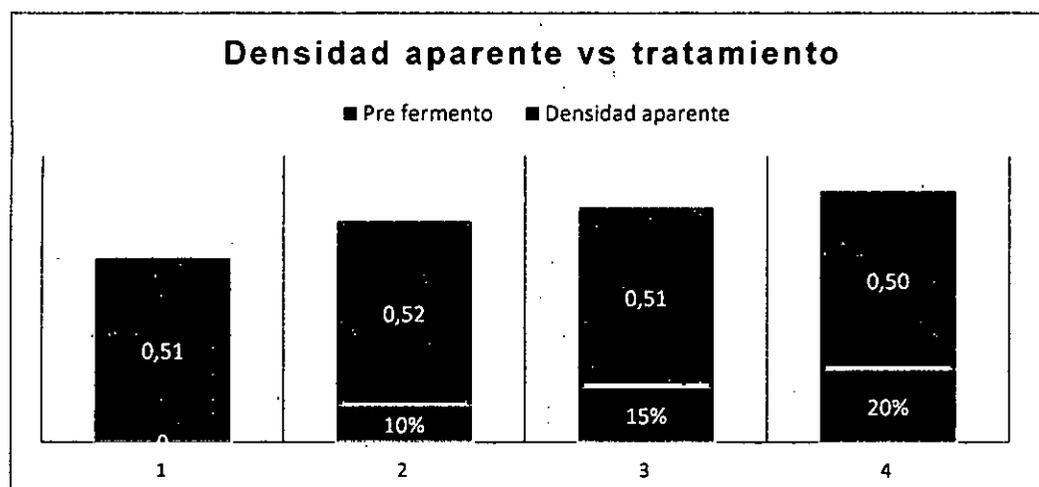


Figura 6.4 Densidad aparente vs tratamientos de adición de pre fermento líquido.

Fuente: Elaboración propia (2018)



6.4 Resultados de determinación de la densidad alveolar la miga del pan

En la tabla 6.5 se indica los resultados del análisis físico realizado a los panes libre de gluten con diferente porcentaje de pre fermento adicionado a la formulación, para determinar la densidad alveolar después de la cocción y enfriamiento

Tabla 6.5

Resultados de la densidad aparente de los pan libre de gluten obtenido con diferentes tratamientos de adición del pre fermento

Tratamientos	Densidad alveolar Conteo/267x267pixeles
Control sin pre fermento liquido.	3.67
10% de pre fermento liquido	3.83
15%de pre fermento liquido	3.83
20% de pre fermento liquido	3.67

Fuente: Elaboración propia (2018)

En la figura 6.4 se indica los resultados del análisis físico realizado a los panes libre de gluten con diferente porcentaje de pre fermento adicionado a la formulación, para determinar la densidad aparente después de la cocción y enfriamiento

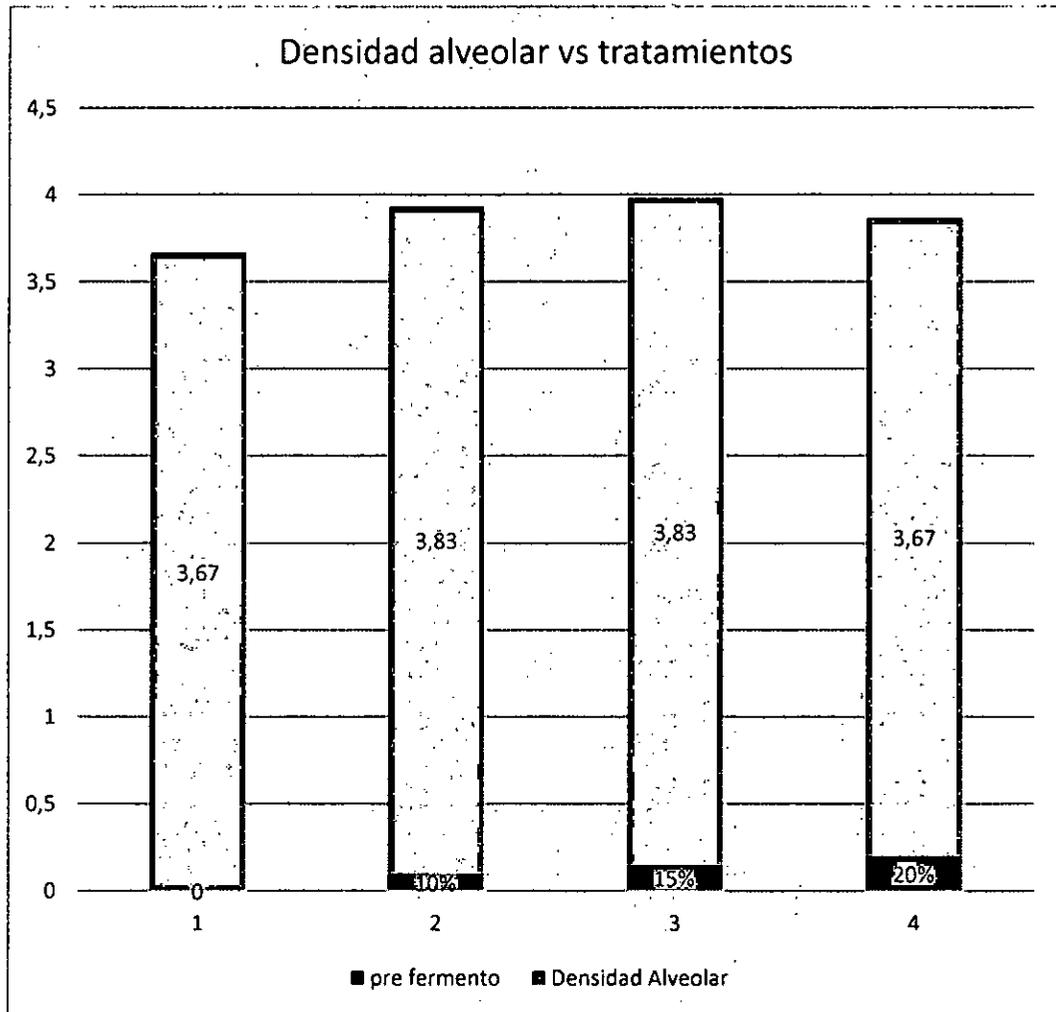


Figura 6.5 Densidad alveolar vs tratamientos de adición de pre fermento líquido.
 Fuente: Elaboración propia (2018).

6.5 Resultados de análisis de aceptabilidad del pan libre de gluten con diferentes niveles de adición de pre fermentos líquido

En la tabla 6.6 se indica los resultados del análisis físico realizado a los panes libre de gluten con diferente porcentaje de pre fermento adicionado a la formulación, para determinar la aceptabilidad después de la cocción y enfriamiento

Tabla 6.6

Resultados de la análisis sensorial de los pan libre de gluten obtenido con diferentes tratamientos de adición del pre fermento

Tratamientos	Aceptabilidad
Control sin pre fermento liquido	4.07
10% de pre fermento liquido	4.03
15% de pre fermento liquido	4.10
20% de pre fermento liquido	4.07

Fuente: Elaboración propia (2018)

En la figura 6.6 se indica los resultados del análisis físico realizado a los panes libre de gluten con diferente porcentaje de pre fermento adicionado a la formulación, para determinar la aceptabilidad después de la cocción y enfriamiento

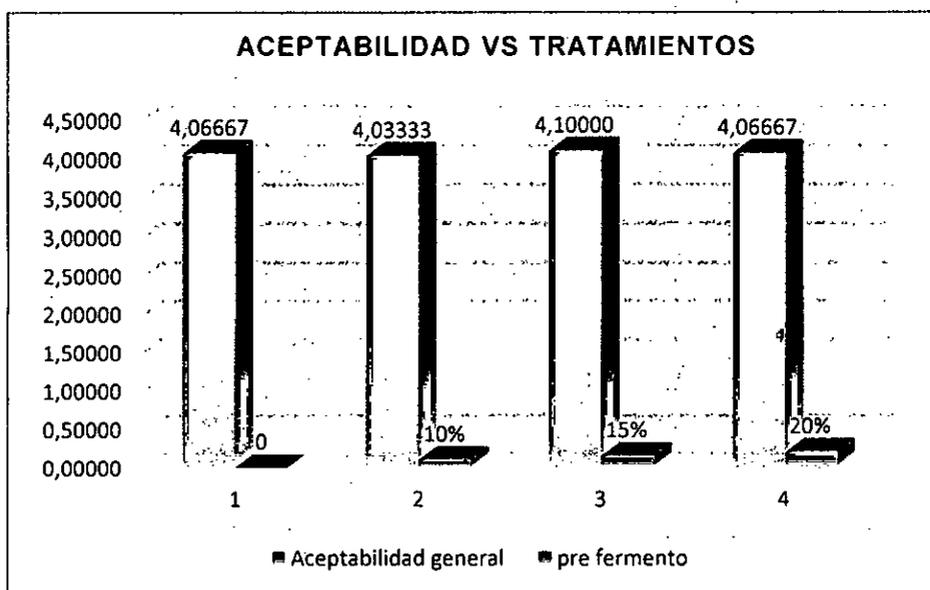


Figura 6.6 Aceptabilidad del pan vs tratamientos de adición de pre fermento liquido.

Fuente: Elaboración propia (2018)

VII DISCUSIÓN

7.1 Discusiones de los resultados de la acidez final del pan libre de gluten a base de arroz

La acidez presente en el pan con diferentes porcentaje de pre fermento líquido en la formulación de los panes libre de gluten si presentaron diferencias significativa al 0.05% según el análisis de varianza realizado a los diferentes tratamientos (Véase apéndice 9.1), donde el valor de F calculado es mayor que el F crítico, por lo cual se rechaza la hipótesis nula que afirman que las medias de los tratamiento son iguales, a pesar que se observar en la Tabla 5.1, un incremento en la acidez ello por la adición del pre fermento en la formulación del pan, lo cual favorece la aceleración de la fermentación por un aumento de la levaduras presentes provocando una mayor acidificación en un mismo tiempo en comparación a los otros tratamientos. Según (Conde, 2014) indica que el aumento de la acidez favorece el desarrollo de las levaduras durante la fermentación.

7.2 Discusiones de los resultados del pH final del pan libre de gluten a base de arroz

El valor del pH final presente en el pan con diferentes porcentaje de pre fermento líquido en la formulación de los panes libre de gluten no presentaron diferencias significativa al 0.05% según el análisis de varianza realizado (Véase apéndice 9.2), de donde el valor de F calculado es menor que el F crítico, por lo cual se acepta la hipótesis nula que afirman que las medias de los tratamiento son iguales, en la Tabla 5.2, se observa un ligero descenso del valor del pH. Según (Cauvain & Young 2007), "ello se debe por el crecimiento propio de



la levadura trae cambios en el medio durante la fermentación, entre los cuales uno de ellos es la disminución del pH" citado por (Conde, 2014).

7.3 Discusiones de los resultados del volumen y densidad aparente final del pan libre de gluten a base de arroz

El volumen final y densidad aparente del pan con diferentes porcentajes de pre fermento líquido en la formulación si presentaron diferencias significativa al 0.05% según el análisis de varianza realizado (Véase apéndice 9.3 y apéndice 9.4), de donde el valor de F calculado es mayor que el F crítico, por lo cual se rechazó la hipótesis nula que afirman que las medias de los tratamiento son iguales. Según (Conde,2014), como indica al aumenta la acidez favorece la fermentación, entonces ello favorece la conversión de los azúcares en anhídrido carbónico CO₂ en la masa (Cheftel, Cheftel y Pierre,1976) y ello origina un incremento del volumen en la pieza del pan tal como se observa en la Tabla 5.3 y en la Tabla 5.4, un descenso la densidad aparente ello debido a que la densidad se obtiene de la división del peso del pan entre los volúmenes encontrados, a un mayor volumen se obtendrá menores densidades.

7.4 Discusiones de los resultados de la densidad alveolar final del pan libre de gluten a base de arroz

La densidad alveolar presente en los panes con diferentes porcentaje de adición del pre fermento líquido en la formulación de los panes libre de gluten no presentaron diferencias significativa al 0.05% según el análisis de varianza realizado (Véase apéndice 9.5),

donde el valor de F calculado es menor que el F crítico, por lo cual se acepta la hipótesis nula que afirman que las medias de los tratamientos son iguales, En la Tabla 5.5 se puede observar que hay un incremento y descenso del conteo de alveolos entre los diferentes tratamientos evaluados siendo ello indiferente el resultado obtenido. Ello quizás se debió a una mayor resolución de la imagen tomada de las muestras de la rebanada de pan debido a que se adaptó la técnica propuesta por (Martinez,2013)

7.5 Discusiones de los resultados del análisis de aceptabilidad del pan libre de gluten a base de arroz

El análisis sensorial de aceptabilidad presente en los panes con diferentes porcentaje de adición del pre fermento líquido en la formulación de los panes libre de gluten dados en la Tabla 5.6, no presentaron diferencias significativa al 0.05% según el análisis de varianza realizado (Véase apéndice 9.6) donde el valor de F calculado es menor que el F crítico, por lo cual se acepta la hipótesis nula que afirman que las medias de los tratamiento son iguales a pesar que en las características fisicoquímica de acidez y físicas tal como el volumen y la densidad si existan diferencias entre los tratamiento evaluado, pero la característica sensorial de un producto por parte del consumidor final es lo que realmente es importante para poder decir que el pre fermento adicionado optimiza la formulación del pan libre de gluten, tal como señala (Ureña y D'Arrigo,1999), que indica que las evaluaciones sensoriales realizado por los propios consumidores potencial del producto final lo que lo hace más crucial para evaluar en forma global un alimento, ya que se puede medir indirectamente los cambios fisicoquímicos, tales como la acidez que se puede evaluar mediante el gusto y el



aroma del pan, en tanto que el volumen, la densidad aparente y el densidad alveolar se puede medir indirectamente mediante la esponjosidad y apariencia de la miga, todos ellos atributos en su conjunto comprende la aceptabilidad del producto evaluado. Es por ello que el uso de panelistas de consumidores habituales hace que esta prueba sea decisiva para poder tomar una decisión final para determinar qué porcentaje de pre fermento adicionado a la formulación del pan libre de gluten logra realmente optimizarla.

CONCLUSIONES

- Los porcentajes de adición de pre fermento líquido (poolish) en la formulación del pan libre de gluten elaborado a base de arroz si influyen en las características fisicoquímica de acidez del pan libre de gluten a base de arroz con un nivel de significancia del 0.05 por lo cual al incrementarla en la formulaciones se tendrá mayor acidez final en el producto
- Los porcentajes de pre fermento líquido (poolish) adicionado en la formulación del pan libre de gluten elaborado a base de arroz adicionado no influyen en las características fisicoquímica del valor del pH del pan libre de gluten a base de arroz con un nivel de significancia del 0.05
- Los porcentajes de pre fermento líquido (poolish) adicionado en la formulación del pan libre de gluten elaborado a base de arroz adicionado si influye en el volumen y densidad aparente del pan libre de gluten a base de arroz con un nivel de significancia del 0.05
- Los porcentajes de pre fermento líquido (poolish) adicionado en la formulación del pan libre de gluten elaborado a base de arroz adicionado no influyen en el densidad alveolar del pan libre de gluten a base de arroz con un nivel de significancia del 0.05
- Los porcentajes de pre fermento líquido (poolish) adicionado en la formulación del pan libre de gluten elaborado a base de arroz adicionado no influyen en la aceptabilidad con un nivel de significancia del 0.05, por lo que finalmente no existe un porcentaje óptimo de pre fermento que logre mejorar formulación a pesar que si se evidencias significativa de mejora en algunas características evaluadas, pero no es suficiente para el consumidor final.



VIII. REFERENCIALES

ADRIAN, J.,CHARGELEGUE, A.,CHIRON, H. *La panificacion*. Barcelona. España : Montegud, 1994. pág. 123.

ARMANDO, Luis. *Elaboración de Panes con Agregado de Harina de Arroz integraal y modelacion de sus atributos sensoriales a traves de la metodologia de superficie de respuesta*. [En línea] 2011. [Citado el: 23 de enero de 2018.] .
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v22n5/art05.pdf>.

BORJA, Félix. *Harina de arroz y la elaboracion de pan con levadura natural*. [En línea] 2015. [Citado el: 15 de Enero de 2018.] Disponible en:
<http://repositorio.urq.edu.ec/bitstream/redug/17622/1/TESIS%20FINAL.pdf>.

CAUVAIN, Stanley.,YOUNG, Linda. *Fabricacion de Pan*. Zaragoza : Acribia S.A, 2002. pág. 419. ISBN 84-200-0983-0.

CHEFTEL, Jean.,CHEFTEL, Henri.,PIERRE, Besancon. *Introduccion a la Bioquimica y Tecnologia de los Alimentos*. Zaragoza.España : Acribia, 1976. pág. 334. ISBN 9788420004440.

CONDE, Debora. *Estudio de la fermentación en panes funcionales, reducidos en grasa, carbohidratos y sal.* [En línea] Abril de 2014. [Citado el: 21 de Agosto de 2019.]
Disponible en:

<https://www.frd.utn.edu.ar/sites/default/files/CarrerasPos/Tesis%20Conde%20Molina.pdf>

CONDOR, Angel. *Evaluacion del efecto del enriquecimiento con lactosuero y pure de alcachofa(Cynara scolymus) en el contenido proteico y grado de aceptabilidad del pan*. [En línea] 2013. [Citado el: 21 de Mayo de 2019.] Disponible en:
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2671/Condor%20Conde.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FENEMA, Owen. *Quimica de los Alimentos*. Zaragoza : Acribia, 2008. pág. 1154. ISBN 9788420011424.

GUTIERREZ, Alexis. *Efecto de la adición de gom xantana, goma guaar y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en pan tipo integral.* [En línea] 2015. [Citado el: 22 de Mayo de 2019.] Disponible en:
http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3053/1/RE_IND.ALIM_ALEXIS.GUTIERREZ_EFECTO.DE.LA.ADICION_DATOS.PDF

HERNANDEZ, Jose. *Formulacion y evaluacion de panes para celiacos*. [En línea] 2012. [Citado el: 23 de Mayo de 2019.] Disponible en:

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/516/62482s.pdf?sequence=1>

HURTADO, Jose. *Utilización de prefermentos en la elaboración de pan de molde blanco para extender su tiempo de vida útil*. [En línea] 2016. [Citado el: 21 de enero de 2010.] Disponible en:

http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2583/1/2016_Hurtado_Utilizacion-de-prefermentos-en-la-elaboracion.pdf

JIMENEZ, Jhajaira. *Utilizacion de la semilla de (Theobroma bicolor) macambo, en panificacion y elaboracion de panes con dos tipos de horneado*. [En línea] 2018. [Citado el: 21 de Mayo de 2019.]. Disponible en:

http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5667/Jhajaira_Titulo_Tesis_2018-.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

LEZANA, Adriana. *Desarrollo de un pan de molde de los subproductos del procesamiento del grano de arroz entero y determinacion de sus propiedades funcionales*. [En línea] 2015. [Citado el: 15 de Abril de 2019.]. Disponible en:

<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2704/1/38137.pdf>.

MANOBANDA, Nancy. *Formulación y caracterización de un pan libre de gluten elaborado a partir de cultivos nativos del Ecuador*. f. [En línea] 2017. [Citado el: 21 de Mayo de 2019.] Disponible en:

<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26312/1/AL%20641.pdf>

MARTINEZ, Camino. *Enriquecimiento de pan de flama y pan de molde con beta glucano de cebada y avena, evaluacion de su calidad fisicay sensorial*. [En línea] 2013. [Citado el: 21 de Mayo de 2019.] Disponible en:

<http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/4843/TFML97.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Merino, Cristina. *Mejora de la calidad de panes sin gluten a través de mezcla de almidones y harinas*. En línea] 2013. [Citado el: 23 de Marzo de 2017.] Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/3886/TFML67.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MORAN, Katty., SOLESDIPA, Karen. *Efecto de la Goma Xanthan y la hidroxipropilmetilcelulosa en las características física y reológica del pan de arroz libre de gluten tipo molde. 03.* [En línea] 2013. [Citado el: 24 de Marzo de 2017.] Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/254>

PACHECO, Angeleth. *Elaboracion de panes sin gluten utilizando harina de quinua (Chenopodium quinoa willd.) y almidon de papa (Solanun tuberosum).* [En línea] 2016. [Citado el: 23 de Mayo de 2019.]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2605/Q02-P323-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

PALACIN, Elmer. *Elaboracion de pan con harina de arroz y gel extraido del nostoc para el consumo de poblacion celica.* [En línea] 2018. [Citado el: 14 de Abril de 2019.] Disponible en :

<http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/2086>

QUAGLIA, Giovanni. *Ciencia y tecnologia de la panificacion.* Zaragoza : Acribia, 1991. pág. 485. ISBN 84-200-0718-8.

SÁNCHEZ, D., GONZALES, R., OSELLA, C., TORRES, L. *Elaboracion de pan sin gluten con harinas de arroz extruidas.* [En línea] 2008. [Citado el: 28 de Abril de 2018.] . Disponible en : <http://www.redalyc.org/pdf/724/72411971004.pdf>

SCIARINI, Lorena. *Estudio del efecto de diferente aditivo sobre la calidad y conservacion de pane libres de gluten.* [En línea] 2011. [Citado el: 29 de Enero de 2018.] Disponible en :

<http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2637/all-0001.pdf?sequence=1>

UREÑA, Milber., D'ARRIGO, Matilde. *Evaluacion Sensorial de los Alimentos.* Lima : Universidad Nacional Agraria La Molina, 1999. pág. 197. ISBN: 9789972911804.

VARGAS, Emigdio. *Caracterizacion fisicoquímica del pan de molde blanco con sustitucion parcial de harina de pajuro (Erythrina edulis).* [En línea] 2016. [Citado el: 14 de Abril de 2019.] Disponible en :

https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/438/Emigdio_Tesis_bachiller_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y



IX APÉNDICES

Apéndice 9.1

Acidez final del pan libre de gluten con diferente porcentaje de adición de pre fermentos

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	6	1.305	0.2175	5.1E-06
Fila 2	6	1.322	0.220333333	0.00011427
Fila 3	6	1.38	0.23	0.000002
Fila 4	6	1.409	0.234833333	3.7667E-06

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.001187667	3	0.000395889	12.6549458	7.32903E-05	3.098391212
Dentro de los grupos	0.000625667	20	3.12833E-05			
Total	0.001813333	23				

Pruebas de Hipótesis

Ho: las medias son iguales nivel de significancia $\alpha = 0.05$ F calculado > F crítico

Hi: las medias son diferentes Por lo tanto se rechaza la hipótesis Ho

Apéndice 9.2

pH final del pan libre de gluten con diferentes porcentajes de adición de pre fermento líquido

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	6	25.97	4.328333333	0.010296667
Fila 2	6	25.98	4.33	0.00408
Fila 3	6	25.86	4.31	0.00172
Fila 4	6	25.42	4.236666667	0.001866667

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.034845833	3	0.011615278	2.586441517	0.08163346	3.098391212
Dentro de los grupos	0.089816667	20	0.004490833			
Total	0.1246625	23				

Pruebas de Hipótesis

Ho: las medias son iguales

nivel de significancia $\alpha = 0.05$

F calculado < F crítico

Hi: las medias son diferentes

Por lo tanto se acepta la hipótesis Ho

Apéndice 9.3

Volumen final del pan libre de gluten con diferentes porcentajes de adición de pre fermento líquido

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	6	1955	325.8333333	4.1666667
Fila 2	6	1945	324.1666667	14.1666667
Fila 3	6	1990	331.6666667	6.6666667
Fila 4	6	2015	335.8333333	14.1666667

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	519.7916667	3	173.2638889	17.6950355	7.55206E-06	3.098391212
Dentro de los grupos	195.8333333	20	9.791666667			
Total	715.625	23				

Pruebas de Hipótesis

Ho: las medias son iguales nivel de significancia $\alpha = 0.05$ F calculado > F crítico

Hi: las medias son diferentes Por lo tanto se rechaza la hipótesis Ho

Apéndice 9.4

Densidad aparente del pan libre de gluten con diferentes porcentajes de adición de pre fermento líquido

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	6	3.075384615	0.512564103	5.53057E-05
Fila 2	6	3.100677448	0.516779575	7.71352E-05
Fila 3	6	3.030348259	0.505058043	4.50536E-05
Fila 4	6	3.007686168	0.501281028	3.35095E-05

ANÁLISIS DE VARIANZA

Tipología de la variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.000889926	3	0.000296642	5.623435938	0.005804895	3.098391212
Dentro de los grupos	0.00105502	20	5.2751E-05			
Total	0.001944946	23				

Pruebas de Hipótesis

Ho: las medias son iguales nivel de significancia $\alpha = 0.05$ F calculado > F crítico

Hi: las medias son diferentes Por lo tanto se rechaza la hipótesis Ho

Apéndice 9.5

Densidad alveolar del pan libre de gluten con diferentes porcentajes de adición de pre fermento líquido

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	6	22	3.666666667	0.266666667
Fila 2	6	23	3.833333333	0.566666667
Fila 3	6	23	3.833333333	0.566666667
Fila 4	6	22	3.666666667	0.266666667

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.166666667	3	0.055555556	0.133333333	0.939054967	3.098391212
Dentro de los grupos	8.333333333	20	0.416666667			
Total	8.5	23				

Pruebas de Hipótesis

Ho: las medias son iguales nivel de significancia $\alpha = 0.05$ F calculado < F crítico

Hi: las medias son diferentes Por lo tanto se acepta la hipótesis Ho



Apéndice 9.6

Análisis sensorial de aceptabilidad del pan libre de gluten con diferentes porcentajes de adición de pre fermento líquido

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	30	122	4.066667	0.340229885
Columna 2	30	121	4.033333	0.102298851
Columna 3	30	123	4.100000	0.162068966
Columna 4	30	122	4.066667	0.202298851

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.066666667	3	0.022222222	0.110161443	0.95401262	2.682809407
Dentro de los grupos	23.4	116	0.201724138			

Total	23.46666667	119
--------------	--------------------	------------

Pruebas de Hipótesis

Ho: las medias son iguales nivel de significancia $\alpha = 0.05$ F calculado < F crítico

Hi: las medias son diferentes Por lo tanto se acepta la hipótesis Ho

Apendice 9.7

Fotos de Panes Libre del gluten de izquierda a derecha los diferente nivreles de adiccion de pre fermentos 10%, 15% Y 20%



Handwritten signature or mark.

Apendice 9.8

**Pane Libre del gluten de izquierda a derecha los diferente nivreles
de adiccion de pre fermentos 10%, 15% Y 20%**

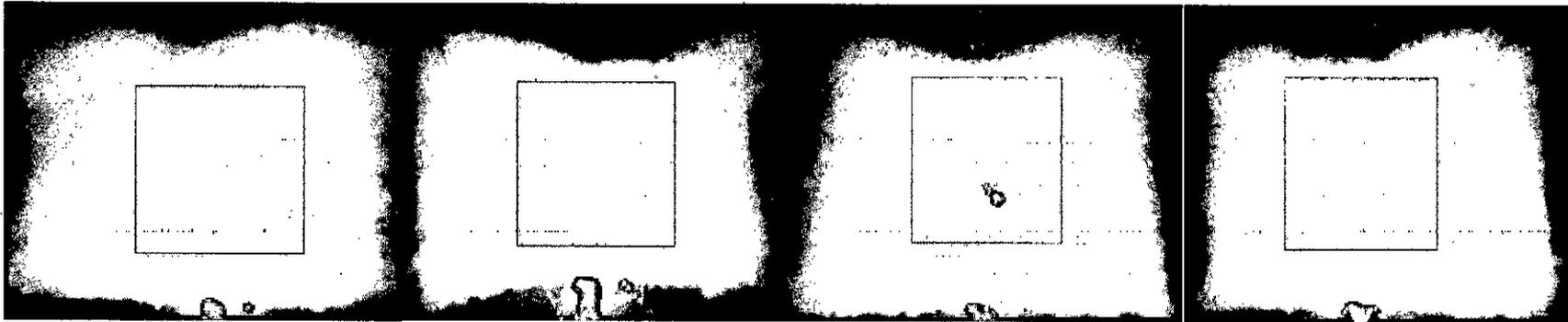


Handwritten signature or mark.

Apendice 9.10

Foto de la miga del pan libre de gluten a base de arroz del control y de los diferentes porcentajes (10%,15% y 20%) de pre fermentos De izquierda a derecha

Conteo/ Área seleccionada 267X267 píxeles



Handwritten signature or mark.

X ANEXOS
10.1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA																
<p>Problema general</p> <p>¿La aplicación de pre fermento líquido (poolish), optimizaran la formulación del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>)?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del pre fermento líquido elaborado con harina de arroz Y cómo influirá en la características fisicoquímica del pan libre de gluten?</p> <p>¿La adición del pre fermento influirá en el volumen y densidad aparente final del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>)?</p> <p>¿La adición de prefermento influirá en el alveolado de la miga del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>) con edición de prefermento?</p> <p>¿La adición de prefermento influirá en la aceptabilidad general del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>)?</p> <p>¿Cuál será el porcentaje óptimo de adición de pre fermento líquido en la formulación del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>)?</p>	<p>Objetivo general.</p> <p>Determinar si, la aplicación de pre fermento líquido(poolish), optimizaran la formulación del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>)</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar si, las características fisicoquímicas del pre fermento líquido elaborado con harina de arroz influye en la características fisicoquímica del pan libre de gluten.</p> <p>Determinar si, la adición del pre fermento influye en el volumen y densidad aparente final del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>).</p> <p>Determinar si, la adición de prefermento influye en el alveolado de la miga del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>) con edición de prefermento.</p> <p>Determinar si, la adición de prefermento influye en la aceptabilidad general del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>).</p> <p>Determinar el porcentaje óptimo de adición de pre fermento líquido en la formulación del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>).</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La aplicación de pre fermento líquido(poolish), optimiza la formulación del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>)</p> <p>Hipótesis específicos:</p> <p>Las características fisicoquímicas de pH y Acidez Totales del pre fermento líquido elaborado con harina de arroz influye en la características fisicoquímicas del pan libre de gluten.</p> <p>La adición del pre fermento influye en el volumen y densidad aparente final del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>).</p> <p>La adición de preferente influye en el alveolado de la miga del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>) con edición de prefermento.</p> <p>La adición de prefermento influye en la aceptabilidad general del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>).</p> <p>El porcentaje óptimo de adición de pre fermento líquido es de 20% en la formulación del pan libre de gluten a base de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>).</p>	<p style="text-align: center;">Variable dependiente</p> <p>Formulaciones del pan sin gluten a base de arroz</p> <p style="text-align: center;">Variable independiente</p> <p>Porcentaje de adición de pre fermento líquido</p> <p>Viabile intermitente</p> <p>La naturaleza del alimento</p>	<p>Tipo de investigación aplicado es de tipo experimental</p> <p>El diseño es experimental DBCA.</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>R1</td> <td>G1</td> <td>-</td> <td>O1</td> </tr> <tr> <td>R2</td> <td>G2</td> <td>T1</td> <td>O2</td> </tr> <tr> <td>R3</td> <td>G3</td> <td>T2</td> <td>O3</td> </tr> <tr> <td>R4</td> <td>G4</td> <td>T3</td> <td>O4</td> </tr> </table> <p>R: Aleatorizado.</p> <p>G: grupos.</p> <p>T= tratamientos (10%,15%,20%)</p> <p>O: Observaciones de las mediciones (pH, % acidez, volumen del pan, densidad aparente, densidad alveolar y aceptabilidad sensorial)</p> <p>- = Control y/o testigo</p>	R1	G1	-	O1	R2	G2	T1	O2	R3	G3	T2	O3	R4	G4	T3	O4
R1	G1	-	O1																	
R2	G2	T1	O2																	
R3	G3	T2	O3																	
R4	G4	T3	O4																	

10.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIALES REALIZADO POR LOS PANELISTAS

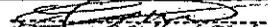
Lima, 12 de Marzo del 2018

INFORME N° EMD/001

1. Fecha de análisis 09 de Marzo del 2018
2. Objetivo de la Evaluación
Realizar la prueba de aceptabilidad General del pan libre de gluten a base de harina de arroz con diferentes niveles de porcentaje de adición de pre-fermento líquidos entre los consumidores habituales.
3. Metodología
Se evaluó utilizando una escala hedónica no estructura de 0- 5 puntos por los consumidores para que evalúen sabor, aroma, esponjosidad de la miga, apariencia de la miga (aceptabilidad general según la ficha sensorial otorgada).
4. Resultados de la prueba sensorial realizada

JUECES	ADICION DE PRE-FERMENTO LIQUIDO			
	CONTROL	10%	15%	20%
1	4	3	4	4
2	3	4	4	5
3	4	5	3	3
4	3	4	4	4
5	5	4	5	4
6	4	4	4	5
7	4	4	4	4
8	4	4	4	4
9	3	4	4	4
10	4	5	4	4
11	5	4	4	3
12	4	4	4	4
13	4	4	5	4
14	3	4	4	4
15	4	4	4	5
16	4	4	5	4
17	4	4	4	4
18	5	4	4	4
19	4	4	5	4
20	4	4	4	4
21	5	4	4	4
22	4	4	4	4
23	5	4	4	4
25	4	4	4	4
26	4	4	4	4
27	4	4	4	4
28	4	4	4	4
29	4	4	4	4
30	5	4	4	5
31	4	4	4	4

Atentamente


Lic. Ernesto Maldonado Dávalos
NUTRICIONISTA
CNP 0747

Lic. Ernesto Maldonado Dávalos