

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA



FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y BIOQUÍMICA

**“ELABORACIÓN DE PAN CON HARINA DE ARROZ Y GEL
EXTRAÍDO DEL NOSTOC PARA EL CONSUMO DE POBLACIÓN
CELIACA”**

**Tesis para optar al Título Profesional de Químico
Farmacéutico y Bioquímico**

TESISTA:

Bach. ELMER LUIS PALACIN AGUI

ASESOR:

Mg. Q.F. LUIS ROA CHUNGA

Fecha de sustentación:
11 de Enero de 2018

**LIMA – PERÚ
2017**

TÍTULO:

**“ELABORACIÓN DE PAN CON HARINA DE ARROZ Y GEL
EXTRAÍDO DEL NOSTOC PARA EL CONSUMO DE POBLACIÓN
CELIACA”**

DEDICATORIA

A Dios, por iluminar mi camino en el día a día y por fortalecerme.

A mi madre, por estar siempre conmigo en los momentos más importantes de mi vida.

A mi esposa e hijos por ser el motor que me empuja a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A la universidad Inca Garcilaso de la Vega por haberme aceptado a ser parte de mi formación académica.

A mi asesor de tesis, Mg Q.F. Luis Roa Chunga, por su valiosa orientación en el desarrollo de esta tesis.

Q.F. Carlos Chinchay Barragan por su valioso apoyo en el desarrollo de toda la tesis como el uso del laboratorio en la parte experimental y en las encuestas realizadas en su clase.

Dr. Jorge Luis Enriquez Vereau por su valiosa asesoría en la parte metodológica estadística.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria

Agradecimiento

Índice General

Índice de Tablas

Índice de Figuras

Índice de Anexos

Resumen

Abstract

Introducción.....	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Descripción de la realidad problemática	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Justificación e importancia de estudio	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes	6
2.1.1. Antecedentes nacionales	6
2.1.2. Antecedentes internacionales	7
2.2. Bases teóricas	10
2.2.1. Intolerancia al gluten	10
2.2.1.1 Definiciones	10
2.2.1.2 Síntomas	11
2.2.2. Pan	11
2.2.2.1 Definiciones	11
2.2.2.2 Propiedades físico químicas.....	12
2.2.2.3 Pan libre de gluten	12
2.2.2.4 Geles en producto de panificación	13

2.2.2.5	Materia prima	13
2.2.2.6	Proceso tecnológico de elaboración de pan	14
2.2.3.	Harina de arroz	15
2.2.3.1	Definiciones	15
2.2.3.2	Composición.....	16
2.2.4.	Nostoc.....	16
2.2.4.1	Botánica	16
2.2.4.2	Composición.....	17
2.2.4.3	Hidrocoloides.....	17
2.2.5.	Evaluación sensorial	18
2.3.	Hipótesis	18
2.3.1.	Hipótesis general	18
2.3.2.	Hipótesis específica	18
2.4.	Variables.....	19
2.4.1.	Tabla de operacionalización de variables	19
2.5.	Marco conceptual.....	19
 CAPITULO III. METODOLOGIA		21
3.1.	Tipo de estudio	21
3.2.	Diseños a utilizar.....	21
3.3.	Población	23
3.4.	Muestra.....	23
3.5.	Técnicas e instrumento de recolección de datos	23
3.6.	Insumos para la elaboración de pan relación 1:3 gel/harina de arroz.....	24
3.7.	Proceso operativo de elaboración de pan relación 1:3 gel/harina de Arroz	24
3.8.	Procedimiento de datos	25
 CAPITULO IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		26
4.1.	Presentación de resultados	26
4.2.	Contrastación de la hipótesis.....	38
4.3.	Discusiones de resultados	38

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1. Conclusiones	40
5.2. Recomendaciones	41
Referencias Bibliográficas	42

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1: Operacionalización de variables	19
Tabla N° 2: Diseño de investigación para la elaboración de pan base de Harina de arroz y un gel extraído del nostoc.....	22
Tabla N° 3: Formulación de elaboración de pan sin gluten.....	26
Tabla N° 4: Resultados de los análisis físicos del pan	27
Tabla N° 5: Cantidad de panelistas, masculino y femenino	28
Tabla N° 6: Cantidad de panelistas que consume pan	29
Tabla N° 7: Análisis del color del pan elaborado sin gluten	30
Tabla N° 8: Análisis del olor del pan elaborado sin gluten	31
Tabla N° 9: Análisis del sabor del pan elaborado sin gluten	32
Tabla N° 10: Análisis de la textura del pan elaborado sin gluten	33
Tabla N° 11: Análisis de la general del pan elaborado sin gluten	34
Tabla N° 12: Pruebas fitoquímicas	35

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1: Proceso de elaboración de pan.....	15
Figura N° 2: Composición química porcentual por 100 gramos de porción Comestible del arroz	16
Figura N° 3: Cantidad de panelistas, masculino y femenino	28
Figura N° 4: Cantidad de panelistas que consume pan	29
Figura N° 5: Análisis del color del pan elaborado sin gluten	30
Figura N° 6: Análisis del olor del pan elaborado sin gluten	31
Figura N° 7: Análisis del sabor del pan elaborado sin gluten	32
Figura N° 8: Análisis de la textura del pan elaborado sin gluten	33
Figura N° 9: Análisis general del pan elaborado sin gluten	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de Consistencia	49
Anexo N° 2: Certificado de Taxonómico.....	50
Anexo N° 3: Ficha de Observación Adhoc de Recolección de Datos.....	51
Anexo N° 4: Testimonios Fotográficos	57

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfocó en el aprovechamiento de harinas no tradicionales. Se elaboró piezas de pan a base de harina de arroz y un gel extraído del nostoc de aceptación sensorial para el consumo de la población con intolerancia al gluten. Se elaboró en el laboratorio de biotecnología de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Es un estudio de enfoque cuantitativo, de diseño experimental y de corte transversal. La muestra está representada por 195 piezas de pan tomadas al azar. Para efectos de esta investigación, se evaluó primero las propiedades físicas del pan, de tal manera que presente características similares a un pan común tipo francés. Luego se realizó una evaluación sensorial, con panel no entrenado intolerante al gluten mediante escala hedónica de nueve puntos. Se evidencia con la prueba de Kruskal-Wallis, un valor p bastante pequeño (0.000), el cual es menor a 0.05; se rechaza la hipótesis nula (H_0), lo que establece preferencia significativa por alguno de los tratamientos. Para identificar cual es el tratamiento preferido se utilizó las gráficas. Se concluye que el tratamiento óptimo, preferido por los panelistas, es la que se utilizó la relación gel: harina 1:3 y se aplica una temperatura de cocción de 160°C y un tiempo de fermentación de 30 minutos.

Palabras clave: Harina de arroz, gel nostoc, Harina no tradicional

ABSTRACT

The present research work focused on the exploitation of non-traditional flours. Bread pieces based on rice flour and a gel extracted from the nostoc of sensorial acceptance for the consumption of the population with gluten intolerance were elaborated. It was elaborated in the biotechnology laboratory of the Faculty of Pharmaceutical Sciences and Biochemistry of the Inca Garcilaso de la Vega University. It is a study of quantitative approach, experimental design and cross-sectional. The sample is represented by 195 pieces of bread taken at random. For the purposes of this investigation, the physical properties of the bread were evaluated first, in such a way that it presents characteristics similar to a common French bread. Then a sensory evaluation was performed, with an untrained panel, using a nine-point hedonic scale. It is evidenced by the Kruskal-Wallis test, a fairly small p-value (0.000), which is less than 0.05; the null hypothesis (H_0) is rejected, which establishes a significant preference for some of the treatments. To identify which is the preferred treatment, the graphs were used. It is concluded that the optimal treatment, preferred by the panelists, is the one that used the ratio gel: flour 1: 3 and a cooking temperature of 160 ° C and a fermentation time of 30 minutes is applied.

Keywords: Rice flour, nostoc gel, Non-traditional flour

INTRODUCCIÓN

El gluten es un componente fundamental en la elaboración de panes ya que le confiere la propiedad de formar una masa visco elástica capaz de ser horneada para producir el pan.

El pan es un producto de alto consumo en todo el mundo y en su elaboración tradicional se utiliza harina de trigo, sin embargo, un grupo poblacional que presenta intolerancia a las prolaminas (gluten) presentes en el trigo, tienen inconvenientes en su uso. Este síndrome de intolerancia, se caracteriza por una mala absorción intestinal y puede llevar a una severa malnutrición ⁽¹⁾. Este síndrome no tiene cura, así mismo se conoce que en Europa la prevalencia de este síndrome es de 1 entre 130-300 individuos ⁽²⁾.

Entre los cereales considerados aptos para ser consumidos para la población, por su bajo contenido en prolaminas, son el maíz, arroz, sorgo ⁽³⁾. Sin embargo, estos cereales mencionados, tienen poca aceptabilidad, debido a la falta de propiedades visco elásticas que posee las proteínas formadoras de gluten (prolamina) presentes en el trigo ⁽⁴⁾.

Este trabajo propondrá una alternativa a la dieta del paciente con síndrome de mala absorción intestinal, con un producto libre de gluten y sensorialmente aceptable, al extraer un gel del Nostoc (*Nostoc commune*), un alga andina peruana con potencialidad de ser usado en la industria alimentaria que aún no ha sido industrializada, pero estudios demuestran su inocuidad. Así mismo utilizar la harina de arroz (*Oryza sativa*) como sustituto de la harina de trigo, por su bajo contenido en prolamina.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El pan es un producto de alto consumo en todo el mundo. Existe, sin embargo, un grupo poblacional que presenta intolerancia a las prolaminas (gluten) presentes en el trigo. Este síndrome, se caracteriza por una mala absorción intestinal y puede llevar a una severa malnutrición ⁽¹⁾.

Los pacientes con síndrome de mala absorción, presentan una intolerancia de severidad variable, que se da por estar predispuestos genéticamente ⁽⁵⁾. Este síndrome es el resultado de factores intrínsecos (genéticos) y extrínsecos (ambientales), variables que explican el amplio espectro de manifestaciones clínicas, desde pacientes asintomáticos hasta casos severos de mal absorción. Esta enfermedad no tiene cura, pudiéndose presentar a cualquier edad y el tratamiento es una dieta sin gluten, así mismo se conoce que en Europa la prevalencia de esta enfermedad es de 1 entre 130-300 individuos ⁽²⁾.

Entre los cereales considerados aptos para ser consumidos, por su bajo contenido en prolaminas, son el maíz, arroz, sorgo ⁽³⁾. Sin embargo, el arroz o cualquier otro de los cereales mencionados, como sustitutos del trigo, tienen poca aceptabilidad, debido a la falta de propiedades viscoelásticas que posee las proteínas formadoras de gluten (prolamina) presentes en el trigo ⁽⁴⁾.

Con el fin de obtener un pan con características similares al elaborado con trigo y que sea aceptable, se han realizado diversos ensayos, donde se han incorporado a la formulación ingredientes capaces de aportar propiedades viscoelásticas a la masa que contribuyan a la retención del gas producido durante la fermentación ⁽¹⁾.

Entre los ingredientes hidrocoloides capaces de mejorar las propiedades viscoelástica en panes son la hidroxipropilmetilcelulosa, goma xántica, goma guar, carboximetilcelulosa y gelatina ^(6 y 7).

Por otro lado, el *Nostoc (Nostoc commune)*, alga andina peruana aún no ha sido industrializada, la encontramos en numerosos lagos, como la laguna de Patococha ubicada en el distrito de Catac, provincia de Recuay, departamento de Ancash, su larga data de consumo indica una seguridad alimentaria como complemento nutricional económico. Además, el hidrocoloide del alga nostoc es una materia prima hidrobiológica renovable con potencialidad de ser usado en la industria alimentaria y en la industria farmacéutica mejorando la textura y la consistencia de los productos terminados de consumo humano ⁽⁸⁾.

Por lo descrito anteriormente nos planteamos el siguiente tema de investigación.

“ELABORACION DE PAN CON HARINA DE ARROZ Y GEL EXTRAIDO DEL NOSTOC PARA EL CONSUMO DE POBLACION CELIACA”

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo será el aprovechamiento y aceptabilidad del pan elaborado con harina de Arroz (*Oriza sativa*) y gel de Nostoc (*Nostoc commune*) en los estudiantes celiacos de la facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1. ¿De que manera se podrá evaluar el aprovechamiento no tradicionales en la elaboración de pan con harina de arroz (*Oryza sativa*), y gel de nostoc (*Nostoc commune*)?
2. ¿Qué diferencias sensoriales y aceptabilidad presentara el pan elaborado con harina de arroz (*Oryza sativa*), y gel de nos nostoc (*Nostoc commune*) “color, olor, sabor, textura” en los estudiantes celíacos de la facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica?

1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el aprovechamiento y la aceptabilidad del pan elaborado con harina de Arroz (*Oriza sativa*) y gel de Nostoc (*Nostoc commune*) en los estudiantes celíacos de la facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evacuar el aprovechamiento no tradicionales en la elaboración de pan con harina de arroz (*Oryza sativa*), y gel de nostoc (*Nostoc commune*)
2. Evaluar las diferencias sensoriales y aceptabilidad que presentara el pan elaborado con harina de arroz (*Oryza sativa*), y gel de nostoc (*Nostoc commune*) “color, olor, sabor, textura” en los estudiantes celíacos de la facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE ESTUDIO

En el Perú, no existen datos de prevalencia sobre síndrome de mala absorción, además el estado no lo incluye en su política de salud pública.

En el mercado nacional hay poca diversidad de productos que no contienen gluten y los pocos que existentes en el mercado suelen encontrarse en supermercados con precios elevados, algunos son importados.

Por otro lado, se conoce que los estadounidenses cada año incrementan su gasto en un 14,6% en alimentos libres de gluten ⁽⁹⁾.

El arroz, ha sido objeto de investigaciones recientes con el fin de sustituir al trigo en la formulación de nuevos productos a base de pan, por su bajo contenido en prolaminas, carácter insípido, bajo concentración de sodio y alto contenido de azúcares de fácil digestión ⁽⁷⁾.

Jurado B. *et al*, estudiaron el gel extraído del nostoc como un compuesto viscosante para su uso en productos alimenticios, realizaron el análisis fisicoquímico, microbiológico y toxicológico, así garantizaron su inocuidad, recomendando su aplicación para consumo humano ⁽¹⁰⁾.

Se pretende elaborar un pan que no contenga gluten, a base de arroz y el hidrocoloide extraído del nostoc, que sea de calidad y de aceptación sensorial en la población peruana.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 ANTECEDENTES NACIONALES

Pacheco A. en su trabajo titulado “Elaboración de panes sin gluten utilizando harina de quinua (*chenopodium quinoa willd.*) Y almidón de papa (*solanum tuberosum*)”, tuvo como objetivo encontrar la mejor formulación de un pan que no contenga gluten; a base de harinas de quinua y papa, en la cual utilizó un método de diseño de mezclas. La autora determinó formulación óptima en cuanto a los factores estructura alveolar, volumen, y concentración proteica del pan. Luego realizó una prueba de aceptación sensorial, en la que encontró los mejores resultados con 33,04% de harina de quinua, 20% de harina de papa y 46,96% de agua sobre la masa principal, con un volumen de 1,9 cm³/gr y estructura alveolar de 34,54 alvéolos/mm²(11).

Pascual G. y Zapata J. “Sustitución parcial de harina de trigo *Triticum aestivum*L. Por harina de kiwicha *Amaranthus caudatus*L., usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan”.

Los autores evaluaron la sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha en la formulación del pan, en la cual se trabajó con 2 métodos de panificación (directo y esponja - masa) con sustitución al 5, 10, 15 y 20 por ciento. Utilizaron un arreglo factorial, con diseño completamente al azar, concluyeron que el pan de elección alcanzó con el método esponja - masa

con un nivel de sustitución al 10%. Además realizaron pruebas fisicoquímica, toxicológico y microbiológico, determinando un mejor valor nutricional del pan enriquecido ⁽¹²⁾

Zumarán O, Yglesias L. “Optimización de las propiedades físicas, nutritivas y sensoriales del pan elaborado con harina de espárrago, kiwicha y trigo”.

Los autores evaluaron propiedades físicas y sensoriales de un pan formulado con mezcla de harina de kiwicha, peladilla de espárrago y de trigo. Utilizaron diseño de mezclas con paquete estadístico MINITAB y análisis sensorial de aceptación. Los investigadores encontraron que los análisis físicos, y sensoriales cumplen con las normas técnicas peruanas. La formulación óptima fue 72,9% de harina de trigo, 16,6% de harina de kiwicha y 10,4% de harina de peladilla de espárrago, así mismo demuestran que las propiedades físicas del pan formulado con la harina diferente se reducen, comparando con el pan elaborado con trigo ⁽¹³⁾.

2.1.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Sánchez H, *et al* “Elaboración de pan sin gluten con harinas de arroz extrudidas”

Los autores elaboraron un pan sin gluten a base de arroz en la que sus harinas fueron obtenidas por extrusión a dos valores de humedad 15 y 30 %. El producto final fue evaluado por sus análisis sensoriales por un panel entrenado. Los autores concluyen, que el producto final panificables se usa una harina extrudida con 15% de humedad, se mejora el volumen del pan en un 22% y la estructura de la miga en un 120% ⁽⁷⁾.

Salas M. y Haros M. “Evaluación de la calidad tecnológica, nutricional y sensorial de productos de panadería por sustitución de harina de trigo por harina integral de arroz”

Las investigadoras evaluaron las características tecnológicas, nutricionales y sensoriales de un pan formulado con harina de trigo convencional y harina integral de arroz. Analizaron el volumen específico del pan, dureza de la miga, porcentaje de humedad, fibra dietética, retrogradación del almidón y

análisis sensorial. Las investigadoras demostraron que la harina integral de arroz influye en la retrogradación del almidón, por otro lado, encontraron una aceptación sensorial por el consumidor ⁽¹⁴⁾.

Fernández A. "Formulación y análisis de costos de pan tostado tipo dulce enriquecido con micronutrientes para el consumo de la población guatemalteca con enfermedad celíaca".

La autora formulo un pan tostado tipo dulce libre de gluten de aceptación sensorial y con propiedades físicas similar a un pan común, realizó un pan tostado reemplazando la harina de trigo por harina de maíz y arroz. Como resultado logro formular un pan tostado a base de harina de maíz y arroz, aceptación sensorial para la población guatemalteca con enfermedad celíaca, por otro lado, fue enriquecido con nutrientes ⁽⁹⁾.

Alvis A. *et al.* "Elaboración de Panes con Agregado de Harina de Arroz Integral y Modelación de sus Atributos Sensoriales a Través de la Metodología de Superficie de Respuesta".

El objetivo fue la formulación de un pan con harina de arroz integral, buscando mejorar las propiedades físicas y sensoriales. Se realiza la necesidad de hidratación con el fin de mantener la mezcla batida a consistencia constante. Los panes fueron analizados sensorialmente por un panel entrenado y con gráficos de superficies de respuesta para todas las variables evaluadas. Encontraron correlaciones entre la dureza, elasticidad y volumen específico. Los autores concluyen que los modelos matemáticos pueden sustituir la evaluación sensorial y lograr una óptima formulación para la producción de pan ⁽¹⁵⁾.

Milde L. *et al.* "Efecto del almacenamiento congelado sobre panificado de fécula de mandioca: propiedades físicas, texturales y sensoriales"

Los autores evaluaron utilizar a bajas temperaturas fécula de mandioca, harina de maíz y aditivos naturales (grasa, huevo, harina de soja), para la

elaboración de pan. Estudiaron los parámetros físicos y texturales cada 7 días. Se observó diferencia entre el volumen específico de los congelados con respecto al fresco, pero no a diferentes tiempos de congelado; no encontraron diferencias para el % de pérdida de peso. Con respecto al color hubo diferencias entre el proceso y el tiempo de almacenamiento para la corteza. Con excepción de la elasticidad, los demás parámetros texturales son afectados por el almacenamiento congelado. Los autores concluyen, que el tratamiento influye sobre la masa libre de gluten analizada y no el tiempo al aplicar bajas temperaturas⁽¹⁶⁾.

Murgueytio E. “Utilización de ácido láctico y harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Extruida en la elaboración de pan sin gluten”.

La autora elaboró un pan sin gluten a base de quinua como ingrediente principal por su valor nutricional con un tratamiento de ácido láctico. Se evaluó factores como % de humedad y temperatura de extrusión (en harina de quinua). La investigadora demostró que la humedad influye en el índice de absorción de agua. Por otro lado, evaluó la influencia del tipo de harina y porcentaje de ácido láctico, sobre las variables de volumen específico, dureza, elasticidad, número de celdas y tamaño de celda. Comparó las muestras con un control de harina comercial sin gluten y sin adición de ácido láctico. El autor encontró que para el volumen específico sólo el ácido láctico tiene una influencia significativa, siendo el nivel bajo (0,2%) el que se relaciona con un mayor volumen específico en los panes. En cuanto al control, éste es diferente de los panes con nivel de ácido láctico alto (1%) e igual a los panes con nivel bajo. Llegó a la conclusión que los panes con harinas de quinua y la incorporación de ácido láctico presenta una mejoría en comparación con el control⁽¹⁷⁾.

Matos M. “Formulación y desarrollo de productos horneados libres de gluten a base de harina de arroz enriquecidos con proteínas”

La autora planteó como objetivo productos horneados sin gluten (panes y magdalenas) utilizando harina de arroz, integrando aspectos tecnológicos,

sensoriales y nutricionales. La investigadora incluyó el diseño de nuevas formulaciones sobre las cuales establecer correlaciones entre las propiedades de las masas y los parámetros tecnológicos de los productos horneados. Los panes sin gluten comerciales mostraron un perfil nutricional muy variable, en general con un bajo contenido en proteína y alto en grasa. El estudio reológico de las masas sin gluten y los parámetros tecnológicos y sensoriales de los productos horneados permitieron correlaciones positivas entre las propiedades de hidratación de la miga y algunos parámetros de textura⁽¹⁸⁾.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 ENFERMEDAD CELIACA (INTOLERANCIA AL GLUTEN)

2.2.1.1 Definiciones

Según Miñarro B. *et al.* La intolerancia al gluten (proteína), Es un trastorno donde la ingestión de esta proteína, produce una inflamación del intestino delgado, provocando mala absorción de nutrientes de interés (hierro, ácido fólico, calcio, vitaminas solubles). Es el resultado de factores intrínsecos (genéticos) y extrínsecos (ambientales)⁽²⁾.

Casellas F. *et al* (2003) lo define como una enteropatía autoinmune producida por una intolerancia a ciertos péptidos de gluten de cereales como el trigo, centeno y avena, que desaparece al perder el contacto con el gluten⁽¹⁹⁾.

La enfermedad se suele presentar en Europa y otros países desarrollados, tales como USA, Canadá y Australia. Pero otros estudios epidemiológicos encontraron la presencia de esta enfermedad en otros países en desarrollo; se sabe que afecta alrededor del 1% de la población mundial⁽¹⁸⁾.

2.2.1.2 Síntomas

Los síntomas más comunes son: meteorismo, diarrea, molestia abdominal, náusea y anemia⁽⁹⁾, aunque los síntomas pueden no estar presentes, lo que hace que diagnóstico sea difícil.⁽²⁰⁾

En niños los síntomas suelen ser diarrea, molestia abdominal, vómitos y complicaciones en el inicio de cereales en las comidas. En adolescentes los síntomas suelen ser muy parecidos diarrea, pérdida de apetito, fatiga, anemia⁽¹¹⁾. El tratamiento de elección es la ausencia del gluten en las comidas por toda la vida del paciente⁽²¹⁾.

Existe un incremento de la enfermedad en el África, Asia Central y la India, además está demostrada la incidencia entre los familiares de primer grado⁽²²⁾.

Los niños menores de 2 años suelen presentar alteración del equilibrio hidroelectrolítico con distensión abdominal además de acidez y diarreas⁽²³⁾.

2.2.2 PAN

2.2.2.1 Definiciones

Fernández A. Define el pan como resultado de la cocción de harina de trigo, sal y agua potable fermentada por *Saccharomyces cerevisiae*⁽⁹⁾.

Según Pacheco. El pan es el producto de una masa cocida, de harina de trigo, sal, agua y fermentado con levadura, tratado por calentamiento en un horno. Se puede incorporar grasa y mejoradores panificables como leudantes⁽¹¹⁾.

Schmidt H. Define un pan como al producto que se obtiene por cocción de una mezcla de harinas, sal y agua, dispersada en un medio propicio para fermentar. Si se elabora con otra harina que no es la de trigo, o

con mezclas, el pan se toma el nombre de la otra harina. Recibe el nombre de pan especial cuando cambia la presentación en cuanto a forma o tamaño, o por la adición de por lo menos de 6% de ingredientes enriquecidos⁽²⁴⁾.

2.2.2.2 Propiedades físico químicas

El gluten (conformado por proteínas) presenta propiedades como la capacidad viscoelástica, capacidad de formar films, termoestables y capacidad de absorción hídrica⁽¹⁸⁾.

Las proteínas de la harina de trigo contienen aminoácidos con grupos sulfhidrilos reactivos. En estado nativo o reducido, las proteínas de la harina existen como entidades separadas. Durante el proceso de oxidación, pares de sulfhidrilos se unen en enlaces disulfuro. Ya que cada proteína tiene varios grupos sulfhidrilos, una proteína puede enlazarse con varias cadenas de proteínas resultando en la formación de una malla de proteínas unidas químicamente.

Esta malla de moléculas de proteínas es la que principalmente determina la estructura de una masa y su reología. El trabajo sobre la masa realizado durante el mezclado, es benéfico porque rompe algunos de los puentes disulfuro de modo que estos pueden ser formados nuevamente durante el horneado⁽²⁵⁾.

El arroz posee proteínas fáciles de digerir. A pesar que es una harina muy nutritiva y rica en almidón, se utiliza poco en la panificación, debido a que no posee las proteínas necesarias para la formación del gluten, lo que la hace poco indicada para la fermentación⁽²⁶⁾.

2.2.2.3 Pan libre de gluten

El gluten en el trigo es responsable de las propiedades viscosas y elástica de los productos de panificación, provee una red tridimensional conformada por proteínas que impide que el gas producido durante la fermentación se libere del pan. Varios estudiosos

manifiestan que producir un pan sin gluten es un proceso muy difícil. Algunos investigadores recomiendan realizar una mezcla de almidones, hidrocoloides y derivados lácteos⁽²⁷⁾.

Un pan elaborado con harinas diferentes al trigo, no presentan una buena aceptabilidad. Debido que estas harinas no pueden formar una fase continua. Así, los panes elaborados sin gluten presentan baja palatabilidad y poca elasticidad. Para mejorar estos inconvenientes es necesario adicionar a las masas grasas, geles, polímeros, azúcares y aditivos químicos⁽²⁸⁾.

2.2.2.4 Geles en producto de panificación

Los hidrocoloides también pudiéndose llamar gomas son polímeros de cadena larga que tiene la propiedad de forman geles muy viscosos. Estos geles pueden ser extraídos de exudados de árboles, extractos de algas, semillas o granos. Debido que los hidrocoloides presentan grupos hidroxilo, se aumentan la propiedad de enlazar moléculas de agua, convirtiéndolos en agentes hidrofílico⁽⁸⁾.

La industria de alimentos aprovecha las propiedades físicas de las gomas, especialmente su viscosidad y su estructura coloidal. Las gomas suelen ser utilizadas en concentraciones entre 0,25 a 0,50% donde llega a producir viscosidad y formar geles. Presenta funciones estabilizantes es decir aumenta el tiempo de almacenamiento o también se puede decir que un estabilizante reduce la tasa en la cual suceden algunos cambios dentro de un producto alimenticio durante su almacenamiento⁽²⁹⁾.

2.2.2.5 Materia prima

Los elementos de elaboración del pan, podemos mencionar:

- *Harina*: Componente para la elaboración de las masas de pan. La más usada es la harina de trigo es producción de pan.

- *Agua:* Es el líquido que se usa para formar la masa, ayuda a la formación del gluten. Junto con la levadura y la harina provoca los procesos enzimáticos.
- *Sal:* da el sabor al pan, Interviene también en darle color y permite que se compacte más la masa.
- *Levadura:* Son los agentes fermentadores que contribuyen al aumento del volumen de la masa, debido a la formación de gas.
- *Mejorador de pan:* son aquellos aditivos añadidos a la harina con el fin de mejorar la elaboración del pan, sobre todo en sus propiedades física, propiedades organolépticas finales y de conservación del pan.
- *Grasas:* Brinda un mayor valor nutritivo, mayor retención de humedad, mayor volumen al pan, permite la formación de una corteza más suave y con mejor textura y aroma.
- *Azúcar:* Alimenta a la levadura, brindar un mejor color, sabor y suavidad al pan, ayuda a mejorar el aroma y el tostado, retiene la humedad y frescura del pan⁽³⁰⁾.

2.2.2.6 Proceso tecnológico de elaboración de pan

La elaboración de pan sin gluten es dificultosa debido a que el gluten es indispensable para formar la miga y retiene el CO₂ formado durante la fermentación, por tal la deficiencia de gluten produce pérdida de propiedades viscoelásticas. Las prolaminas y gluteninas durante el amasado con agua forman una red viscoelásticas (gluten). La harina de trigo tiene la particularidad de tener mayor cantidad y mejor calidad de proteínas formadoras de gluten. Los estudios coinciden que los pacientes celíacos no deben consumir harinas de trigo, avena, cebada y centeno (TACC). La esponjosidad de productos panificables se puede conseguir con la adición de levadura y gelificante, con el objetivo de lograr propiedades viscoelásticas⁽³¹⁾.

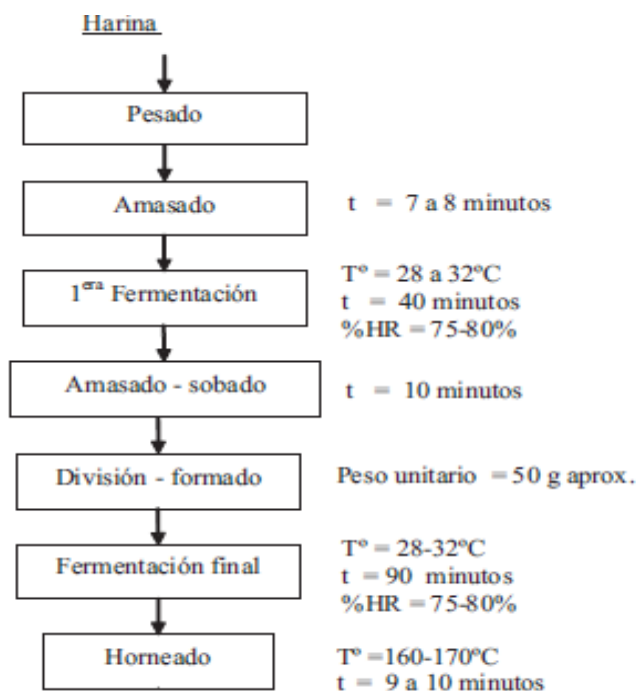


Figura N° 1: Proceso de elaboración de pan

Fuente: Alvis A

2.2.3 HARINA DE ARROZ

2.2.3.1 Definiciones

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⁽³²⁾.

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⁽³¹⁾.

El arroz pulido o pilado contiene aproximadamente un 25 por ciento de hidratos de carbono, pequeñas porciones de minerales como yodo, hierro, magnesio y fósforo, así como pequeñas cantidades de proteínas y grasas. No se suele elaborar pan con el arroz; se suele

consumir hervido y sazonado de distintas maneras según la costumbre de cada región ⁽³²⁾.

2.2.3.2 Composición química

Energía	359 Calorías
Agua	13.1 g
Proteína	8.2 g
Grasa	0.5 g
Carbohidratos	77.8 g
Fibra	0.4 g
Ceniza	0.4 g
Calcio	6 mg
Fósforo	92 mg
Hierro	0.8 mg
Tiamina	0.09 mg
Riboflavina	0.08 mg
Niacina	1.60 mg
Ácido ascórbico	0.9 mg

Figura N° 2: composición química porcentual por 100 gramos de porción comestible del arroz

Fuente: Collazos, C. (33)

2.2.4 NOSTOC

Roldan W. (2015), menciona que en los Andes peruanos en sus lagos, arroyos, manantiales es muy común observar algas azul verdes o Cyanophyta llamadas comúnmente: “cushuro”, “llullucha”, “murmunta”, “crespito”, “jugadores”, “yurupa”, “uvas de los ríos”, “cochayuyo”, etc. De consistencia gelatinosa de forma esférica, de color verde azulado. Con nombres científicos es, *Nostoc sphaericum*, *Nostoc commune*, *Nostoc pruniforme*, *Nostoc parmelioides* K. y *Nostoc verrucosum*⁽⁸⁾.

2.2.4.1 Botánica

La clasificación taxonomía para especies andinas según NCBI (2014) es la siguiente:

- Reino: Bacteria, Planctae (clasificados en dos reinos distintos como Bacterias y Cushurus;

- Filum: Cyanobacteria;
- Orden: Nostocales;
- Familia: Nostocaceae;
- Género: Nostoc;

2.2.4.2 Composición

Según Gantar M. manifiesta que el nostoc presenta una composición por cada 100 g de producto desecado:

“25,4 g de proteínas, 62,4 g de glúcidos, 0,80 g de lípidos, 6,30 g de agua, 5,10 g de ceniza, 258 mg de fósforo, 1,076 g de calcio, 19,6 mg de hierro y 10 de vitamina A”⁽³⁴⁾

2.2.4.3 Hidrocoloides

Los geles son moléculas muy hidrofílicas, pueden ser polisacáridos como goma xántica, los derivados del almidón o gelatina. En la industria los hidrocoloides o geles suele ser utilizados como sustitutos del gluten, reducir la retrogradación del almidón. Por otro lado, algunas gomas como xántica, guar y CMC son solubles en agua fría; mientras que otros como carragenanos, la goma garrofín y alginatos necesitan de agua caliente para su hidratación. Estudios con diferentes hidrocoloides para reemplazar el gluten en pan con almidón de maíz, se han evaluados donde encontraron un aumento significativo del volumen del pan y disminución de su dureza con las gomas xántica, guar, garrofín y tragacanto⁽²⁷⁾.

El gel liofilizado del *Nostoc sphaericum*, contiene 85,54% ± 0,34% de polisacáridos, 9,19% ± 0,67% de ácidos urónicos, 4,56% ± 0,32% de humedad y 0,71% ± 0,25 % de cenizas. Presenta una coloración verde con estructura porosa, de densidad baja y apariencia esponjosos⁽⁸⁾. Así mismo, químicamente presenta ácidos urónicos, glucurónico y galacturónico, le confieren la propiedad de atracción por moléculas cargadas positivamente y la presencia de desoxihexosas incrementa la hidrofobicidad del polímero⁽³⁵⁾

2.2.5 EVALUACIÓN SENSORIAL

Las pruebas sensoriales de afectividad suelen ser usadas para demostrar la preferencia y/o aceptación de un producto. Los jueces o panelistas pueden presentarse como del tipo no entrenado, semejando a los consumidores habituales. La prueba sensorial de preferencia se utiliza cuando se desea saber si los panelistas prefieren un producto sobre otro. Las pruebas sensoriales de grado de satisfacción se suelen utilizar cuando se desea mayor información sobre el producto. Se suele usar la escala hedónica, que pueden ser verbales o gráficas, la preferencia de trabajar con el de tipo de escala va depender de la edad de los panelistas y del número de muestras a evaluar. Los valores obtenidos en las pruebas hedónicas son tratados como cualquier otra dimensión física y por tanto pueden ser graficados, promediados, sometidos a análisis estadísticos tipo, prueba “t” de student, prueba “F”, análisis de varianza, análisis de regresión, etc⁽¹¹⁾.

2.3 HIPÓTESIS

2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

El pan elaborado con harina de Arroz (***Oryza sativa***) y gel de Nostoc (***Nostoc commune***) tiene mayor aceptabilidad por los estudiantes celíacos de la facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica

2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

El aprovechamiento de la harina de Arroz (***Oryza sativa***), y gel de Nostoc (***Nostoc commune***) es favorable para la elaboración no tradicional de pan

El pan elaborado con harina de Arroz (***Oryza sativa***), y gel de Nostoc (***Nostoc commune***) no presenta diferencias sensoriales (color, olor, sabor, textura) significativas siendo aceptado por los estudiantes celíacos de la facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica

2.4 VARIABLES

2.4.1 TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla N° 1: Operacionalización de variables

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Escala
Pan con harina de Arroz (<i>Oryza sativa</i>), y gel de Nostoc (<i>Nostoc commune</i>)	Temperatura en grados Celsius	155°C, 160°C y 165°C	Razón
	Tiempo en minutos	25, 30 y 35	
	Valores de relación. Gel: harina arroz	1:1, 1:2 y 1:3	
Variable Dependiente			
Aprovechamiento y aceptabilidad en estudiantes celíacos	1. Prueba de determinación de grado de satisfacción.	Prueba sensorial	Nominal
	2. Prueba de calificación.	Prueba sensorial	Nominal
	3.- Prueba de preferencia	Prueba sensorial	Nominal

Fuente: elaboración propia (2017)

2.5 MARCO CONCEPTUAL

Arroz (*Oryza sativa*), es un cereal de la familia de las Gramíneas, su harina se caracteriza presenta un sabor suave, color blanco, es muy digerible y tiene propiedades hipoalergénicas.

Distensión abdominal.- aumento del volumen del abdomen, debido múltiples causas.

Gluteninas.- proteína que durante el amasado con agua forman parte de una red llamada gluten.

Gluten.- gel formado por las proteínas de almacenamiento del grano de trigo cuando se trabaja mecánicamente una mezcla de harina y agua. Está formado por un 80% de proteína y un 8% de lípidos, base sustancia seca, con un resto de hidratos de carbono y cenizas.

Hidrocoloides.- Moléculas altamente hidrofílicas, pueden ser polisacáridos como la goma xántica, los galactomananos, los derivados del almidón o proteínas como la gelatina.

Nostoc.- algas azul verdes o Cyanophyta llamadas comúnmente: “cushuro”, “llullucha”, “murmunta”, “crespito”, “jugadores”, “yurupa”, “uvas de los ríos”, “cochayuyo”, etc. De consistencia gelatinosa de forma esférica, de color verde azulado.

Pan.- producto obtenido de la cocción de la harina de trigo, sal comestible y agua potable fermentada por levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*. Se puede incorporar ocasionalmente grasa y otros mejoradores.

Prolaminas.- proteína que durante el amasado con agua forman parte de una red llamada gluten

Reología.- ciencia que estudia la deformación y el flujo de materiales causadas por la aplicación de un esfuerzo. El comportamiento reológico de los alimentos es muy complejo y a la vez desempeña un papel muy importante en muchos sistemas de proceso.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE ESTUDIO

La investigación que se realizará será de tipo experimental con enfoque cuantitativo, de corte transversal. Es experimental con enfoque cuantitativo por cuanto se va recolectar datos medibles a través de la experimentación en laboratorio. Se manipulará de manera intencionada la variable independiente para luego analizar las consecuencias de manipulación que se generarán en la variable dependiente.

Según el período y secuencia de la investigación es transversal porque se investigará el fenómeno en un solo momento es decir haciendo un corte en el tiempo.

La presente investigación será de nivel “aplicado”, puesto que se emplearán una serie de instrumentos de medición para registrar los procesos que se generen al manipular una de las variables.

3.2 DISEÑO

Con respecto a esta investigación, la elaboración del pan fue de diseño experimental y prospectivo.

En la tabla siguiente se observa el diseño de investigación para el pan a base de harina de arroz y un gel extraído del nostoc.

Tabla N° 2: Diseño de investigación para la elaboración de pan base de harina de arroz y un gel extraído del nostoc.

R G ₁	--	O ₁
R G ₂	X ₁	O ₂
R G ₃	X ₁	O ₃
R G ₄	X ₁	O ₄
R G ₂	X ₂	O ₅
R G ₃	X ₂	O ₆
R G ₄	X ₂	O ₇
R G ₂	X ₃	O ₈
R G ₃	X ₃	O ₉
R G ₄	X ₃	O ₁₀
R G ₂	X ₄	O ₁₁
R G ₃	X ₄	O ₁₂
R G ₄	X ₄	O ₁₃

Fuente: elaboración propia (2017)

Dónde:

G= grupos

G₁= pan con harina de trigo (control)

G₂= relación: gel / harina arroz 1:1

G₃= relación: gel / harina arroz 1:2

G₄= relación: gel / harina arroz 1:3

R=asignación al azar o aleatorio

X₁, X₂, X₃, X₄= tratamientos

X₁ = 160°C de cocción y 25 minutos de fermentación

X₂ = 160°C de cocción y 30 minutos de fermentación

X₃ = 165°C de cocción y 25 minutos de fermentación

X₄ = 165°C de cocción y 30 minutos de fermentación

O₁, O₂, O₃, O₄, O₅, O₆, O₇, O₈, O₉, O₁₀, O₁₁, O₁₂, O₁₃ = post pruebas (valores medios de la medición)

- = control o testigo (pan elaborado con 100% harina de trigo)

3.3 POBLACIÓN

Está conformado por los estudiantes celíacos de la Facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega

Se elaboró un total de 390 unidades de pan elaborado con harina de arroz y gel extraído del nostoc, en el laboratorio de biotecnología de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. El cálculo se realizó teniendo en cuenta 30 unidades por 13 formulaciones distintas, según el diseño experimental.

3.4 MUESTRA

Está conformado por 9 estudiantes masculinos y 21 estudiantes femeninos celíacos de la Facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega

Se usaron 195 panes tomados al azar de la población del pan elaborado con harina de arroz y gel extraído del nostoc.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Etapa I: Elaboración de un pan a base de harina de arroz y un gel extraído del nostoc con diferentes formulaciones.

En total se tendrá 12 formulaciones con relación: gel / harina arroz 1:1, 1:2 y 1:3, con dos niveles de temperaturas 160 y 165°C y tiempo 25 y 30 minutos y una muestra control de un pan elaborado con harina de trigo al 100% y sin gel.

Etapa II: Evaluación física y sensorial de los productos elaborados.

Los análisis físicos se realizaron por triplicado. Se determinó el volumen por el método de desplazamiento. La densidad se determinó de acuerdo con la relación entre el peso del pan y el volumen.

Se determinó el diámetro y la altura del pan mediante un vernier. El coeficiente de elevación se determinó de acuerdo con la relación entre el diámetro y altura.

La relación corteza: miga se determinó mediante la separación física por raspado y posterior pesado. Expresado en %.

Para el análisis sensorial los datos se obtendrán según el test sensorial de grado de satisfacción.

3.6 INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE PAN RELACIÓN 1:3 GEL/HARINA DE ARROZ

Ingredientes:

600 gr	Harina de Arroz (<i>Oryza sativa</i>).
200 gr	Gel del nostoc (<i>Nostoc commune</i>).
14 gr	Sal.
14 gr	Azúcar.
18 gr	Manteca.
3 gr	Mejorador.
200 ml	Agua.

3.7 PROCESO OPERATIVO DE ELABORACIÓN DE PAN RELACIÓN 1:3 GEL /HARINA DE ARROZ

Preparado:

Activar la levadura con 200 ml de agua a 40°C

Amasado con harina de arroz (*Oryza sativa*), gel extraído del nostoc (*Nostoc commune*), sal y azúcar después de 10 minutos agregar levadura activada, mejorador y manteca y realizar el sobado por 10 minutos, dejándole fermentar por 30 minutos luego viene el boleado con peso promedio de 50 a 55 gr y dejar fermentar por 10 minutos en la lata para ser horneado a 160°C x 30 minutos.

3.8 PROCESAMIENTO DE DATOS

Los resultados del análisis sensorial se obtuvieron con la Prueba de Kruskal-Wallis, mediante el uso de paquetes estadísticos SPSS versión 22.

Prueba de kruskal-wallis para más de 2 grupos, se aplican cuando los datos son categóricos (ordinales).

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla N° 3: Formulación de elaboración de pan sin gluten

	relación: gel / harina arroz	Temperatura de cocción (°C)	tiempo fermentación (min)
FORMULA 1	1:1	160	25
FORMULA 2	1:2	160	25
FORMULA 3	1:3	160	25
FORMULA 4	1:1	160	30
FORMULA 5	1:2	160	30
FORMULA 6	1:3	160	30
FORMULA 7	1:1	165	25
FORMULA 8	1:2	165	25
FORMULA 9	1:3	165	25
FORMULA 10	1:1	165	30
FORMULA 11	1:2	165	30
FORMULA 12	1:3	165	30

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS DEL PAN

La evaluación de la tecnología del análisis de coeficiente de elevación, relación corteza/miga y densidad, se llevaron a cabo por triplicado. Los resultados son analizados en la siguiente tabla.

Tabla N° 4: Resultados de los análisis físicos del pan

	coeficiente de elevación	relación (%)corteza/ miga	densidad
PATRON	1,98	31,5/68,5	0,22
FORMULA 1	2.05	34/66	0.15
FORMULA 2	2,06	34/66	0,17
FORMULA 3	2,06	34/66	0,18
FORMULA 4	2.02	32/68	0,19
FORMULA 5	2,02	32/68	0,19
FORMULA 6	2,02	31/69	0,19
FORMULA 7	2,10	32/68	0,20
FORMULA 8	2,10	31/69	0,20
FORMULA 9	2.09	31/69	0,20
FORMULA 10	2,09	31/69	0,19
FORMULA 11	2,08	34/66	0,19
FORMULA 12	2,09	34/66	0,19

Fórmula 4, 5 y 6 para realizar la prueba de aceptación sensorial, por tener características físicas similares al del pan patrón.

Prueba de aceptación sensorial

Se utilizó una escala hedónica de nueve puntos, donde 1 es igual a “Me disgusta en extremo” y 9 “me gusta en extremo”, cuyos tributos fueron solicitados para evaluar el color, olor, sabor y textura.

Para el análisis sensorial, se utilizó un muestreo aleatorio simple, compuesto por 9 panelistas hombres y 21 panelistas mujeres, no entrenados, celíacos, manifestando que todos son consumidores de pan sin gluten.

Tabla N° 5: Cantidad de panelistas, masculino y femenino

SEXO					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Masculino	9	30,0	30,0	30,0
	Femenino	21	70,0	70,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

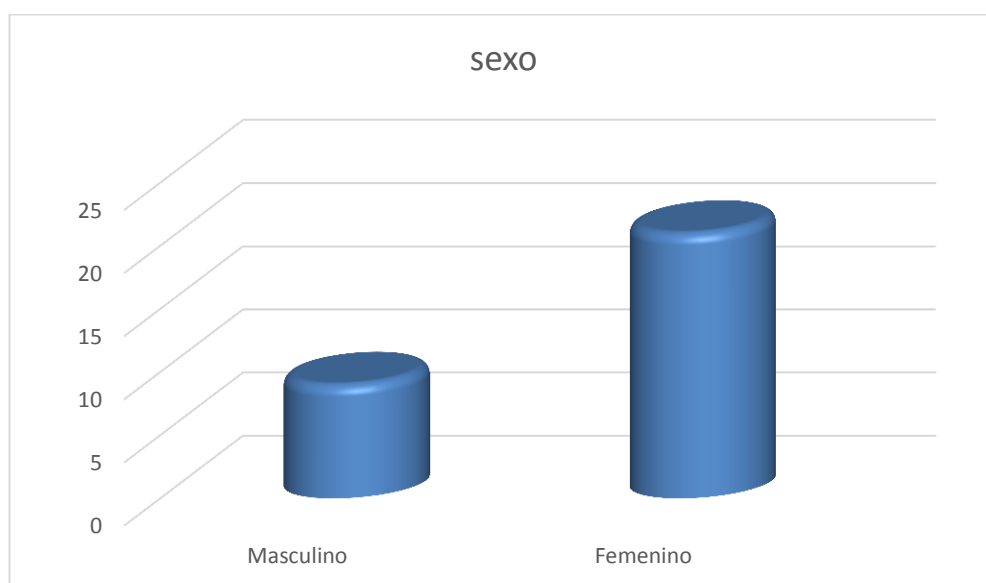


Figura N°3: Cantidad de panelistas, masculino y femenino

Interpretación: Del estudio realizado se puede observar que el mayor número de panelistas consultados, estos fueron mujeres y esto se debe a que en la carrera de Ciencias farmacéuticas y Bioquímica el sexo femenino es de mayor numero con un 70%.

Tabla N° 6: Cantidad de panelistas que consume pan

CONSUMO					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	30	100,0	100,0	100,0

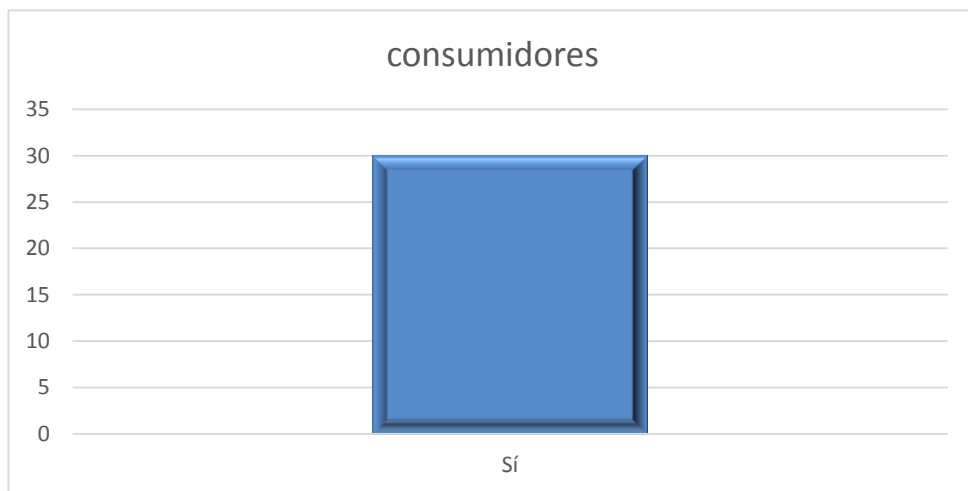


Figura N°4: Cantidad de panelistas que consume pan

Interpretación: De una población de 30 panelistas no entrenados encuestados, el 100% consumen pan.

Análisis del color del pan elaborado sin gluten:

Prueba de Kruskal-Wallis.

Ho: Hipótesis nula: El panel no establece preferencias significativas por algunos de los tratamientos (formula 1, formula 2 y formula 3)

H1: Hipótesis alterna: El panel si establece preferencias significativas por algunos de los tratamientos (formula 1, formula 2 y formula 3)

Tabla N° 7: Análisis del color del pan elaborado sin gluten

RANGOS			
	FÓRMULA	N	Rango promedio
COLOR	RELACIÓN GEL/HARINA 1:1	30	33,50
	RELACIÓN GEL/HARINA 1:2	30	36,72
	RELACIÓN GEL/HARINA 1:3	30	66,28
	Total	90	

Estadísticos de prueba ^{a,b}	
	COLOR
Chi-cuadrado	30,186
df	2
Sig. asintótica	,000

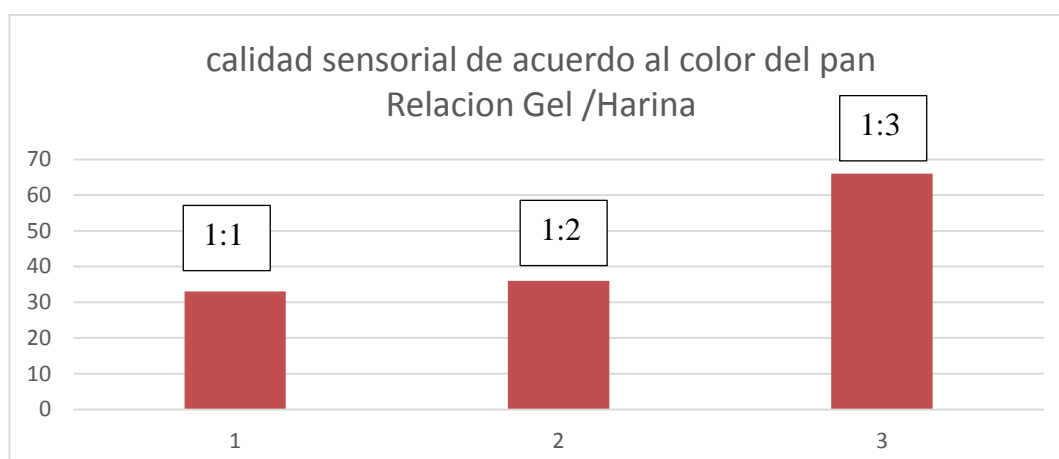


Figura N°5: Análisis del color del pan elaborado sin gluten

Interpretación: Como el valor p es bastante pequeño (0.000), el cual es menor a 0.05; se rechaza la hipótesis nula (Ho). En conclusión, este panel establece preferencia significativa por alguno de los tratamientos, en cuanto al color. Es necesario saber cuál tratamiento es preferido significativamente.

Para identificar cual es el tratamiento preferido se utilizó las gráficas. Por lo tanto, se concluye que el tratamiento en la que se utilizó la relación gel:harina 1:3 es el preferido por los panelistas.

**Análisis del olor del pan elaborado sin gluten
Prueba de Kruskal-Wallis.**

Tabla N° 8: Análisis del olor del pan elaborado sin gluten

Rangos			
	FÓRMULA	N	Rango promedio
OLOR	RELACIÓN GEL/HARINA 1:1	30	36,28
	RELACIÓN GEL/HARINA 1:2	30	35,36
	RELACIÓN GEL/HARINA 1:3	30	64,87
	Total	90	

Estadísticos de prueba ^{a,b}	
	OLOR
Chi-cuadrado	26,170
gl	2
Sig. asintótica	,000

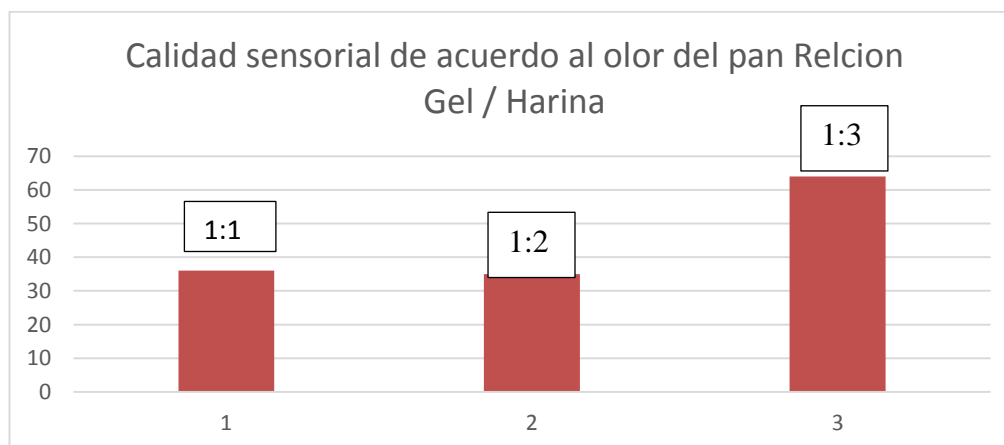


Figura N°6: Análisis del olor del pan elaborado sin gluten

Interpretación: Como el valor p es bastante pequeño (0,000), el cual es menor a 0.05; se rechaza la hipótesis nula (H₀). En conclusión, este panel establece preferencia significativa por alguno de los tratamientos, en cuanto al olor. Es necesario saber cuál tratamiento es preferido significativamente.

Para identificar cual es el tratamiento preferido se utilizó las gráficas. Por lo tanto, se concluye que el tratamiento en la que se utilizó la relación gel:harina 1:3 es el preferido por los panelistas.

**Análisis del sabor del pan elaborado sin gluten
Prueba de Kruskal-Wallis.**

Tabla N° 9: Análisis del sabor del pan elaborado sin gluten

Rangos			
	FÓRMULA	N	Rango promedio
SABOR	RELACIÓN GEL/HARINA 1:1	30	38,17
	RELACIÓN GEL/HARINA 1:2	30	38,35
	RELACIÓN GEL/HARINA 1:3	30	59,98
	Total	90	

Estadísticos de prueba ^{a,b}	
	SABOR
Chi-cuadrado	14,306
gl	2
Sig. asintótica	,001

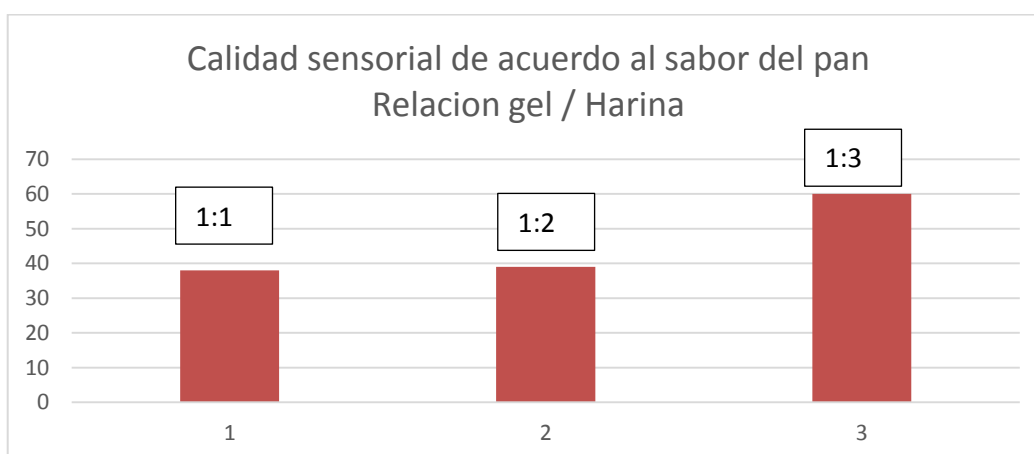


Figura N°7: Análisis del sabor del pan elaborado sin gluten

Interpretación: como el valor p es bastante pequeño (0,001), el cual es menor a 0.05; se rechaza la hipótesis nula (Ho). En conclusión, este panel

establece preferencia significativa por alguno de los tratamientos, en cuanto al sabor. Es necesario saber cuál tratamiento es preferido significativamente. Para identificar cual es el tratamiento preferido se utilizó las gráficas. Por lo tanto, se concluye que el tratamiento en la que se utilizó la relación gel:harina 1:3 es el preferido por los panelistas.

**Análisis de la textura del pan elaborado sin gluten
Prueba de Kruskal-Wallis.**

Tabla N° 10: Análisis de la textura del pan elaborado sin gluten

Rangos		
FÓRMULA	N	Rango promedio
TEXTURA RELACIÓN GEL/HARINA 1:1	30	33,38
RELACIÓN GEL/HARINA 1:2	30	36,08
RELACIÓN GEL/HARINA 1:3	30	67,03
Total	90	

Estadísticos de prueba ^{a,b}	
	TEXTURA
Chi-cuadrado	31,573
gl	2
Sig. asintótica	,000

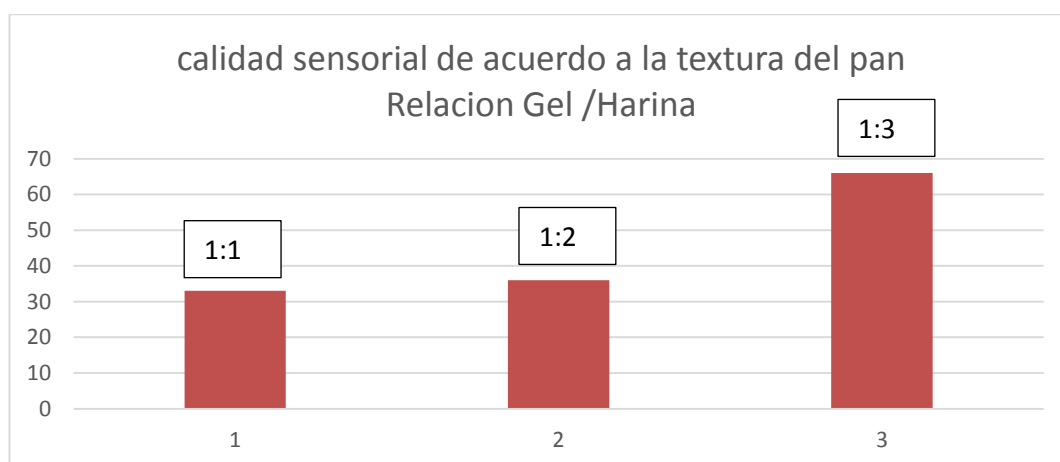


Figura N°8: Análisis de la textura del pan elaborado sin gluten

Interpretación: como el valor p es bastante pequeño (0,000), el cual es menor a 0.05; se rechaza la hipótesis nula (Ho). En conclusión, este panel establece preferencia significativa por alguno de los tratamientos, en cuanto a la textura. Es necesario saber cuál tratamiento es preferido significativamente. Para identificar cual es el tratamiento preferido se utilizó las gráficas. Por lo tanto, se concluye que el tratamiento en la que se utilizó la relación gel: harina 1:3 es el preferido por los panelistas.

Análisis de la general del pan elaborado sin gluten Prueba de Kruskal-Wallis.

Tabla N° 11: Análisis de la general del pan elaborado sin gluten

	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
RELACIÓN GEL/HARINA 1:1	33.5	36.28	38.17	33.38
RELACIÓN GEL/HARINA 1:2	36.72	35.35	38.35	36.08
RELACIÓN GEL/HARINA 1:3	66.28	64.87	59.98	67.03

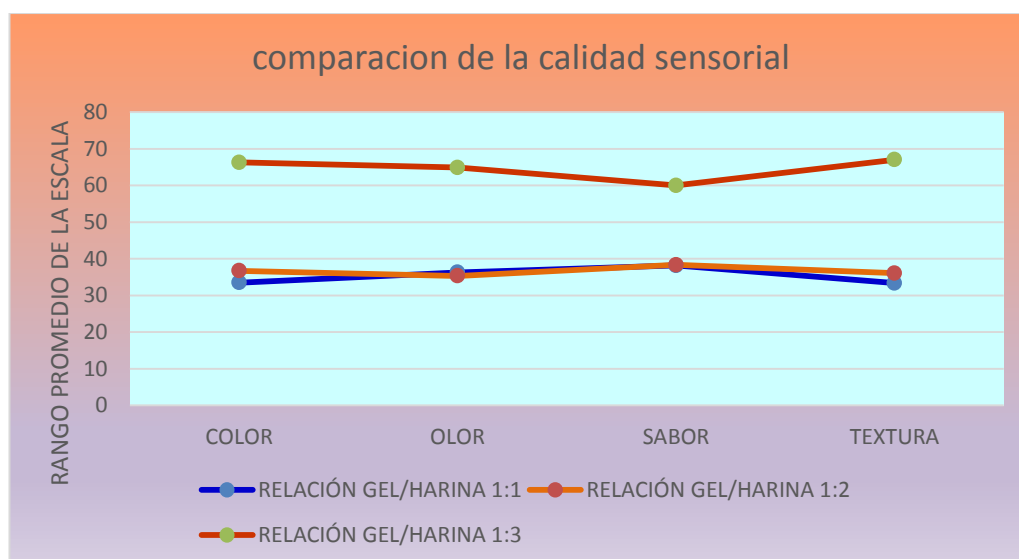


Figura N°9: Análisis general del pan elaborado sin gluten

Interpretación: como el valor p es bastante pequeño, el cual es menor a 0.05; se rechaza la hipótesis nula (Ho). En conclusión, este panel establece

preferencia significativa por alguno de los tratamientos, en cuanto al color, olor, sabor y textura. Para identificar cual es el tratamiento preferido se utilizó las gráficas. Por lo tanto, se concluye que el tratamiento en la que se utilizó la relación gel: harina 1:3 es el preferido por los panelistas.

Tabla N° 12: Pruebas fitoquímica

Reactivos	Gel de Nostoc	Harina de arroz
Etanol	+	+
Cloroformo	0	0
Éter de petróleo	0	0
Butanol	0	0
Metanol	0	+
Agua destilada	+++	++
Ciclohexano	0	0

Leyenda:

Muy Soluble	+++
Medianamente soluble	++
Poco soluble	+
Insoluble	0

METABOLITO	REACCIÓN	PROCEDIMIENTO	REACCIÓN POSITIVA	RESULTADO	
				Gel de Nostoc	Harina de arroz
	Molish (alfa naftol 2% en alcohol)	X gotas de MP+ III gotas de Molish agitar+ III gotas de H ₂ SO ₄ cc	Anillo violeta	+	+
CARBOHIDRATOS	Antrona (antrona en H ₂ SO ₄ cc al 2%)	X gotas de MP + III gotas de Antrona	Coloración verde	+	+
	Fehling (A: CuSO ₄ ; B: tartrato mixto de potasio y sodio (KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O))	X gotas de MP + III gotas de Fehling A+ III gotas de Fehling B + calentar en B.M	Coloración rojo ladrillo	+	+
COMPUESTOS FENÓLICOS	FeCl ₃	X gotas de MP + III gotas de FeCl ₃ 10 %	Coloración verde o azul	+	0
TANINOS	Gelatina	X gotas de MP + III gotas de gelatina	Precipitado denso blanco	0	+
FLAVONOIDES	Shinoda	X gotas de MP + 1-2 virutas de Mg metálico + III gotas de HCl cc	<i>Chalconas, auronas, isoflavanonas:</i> No hay coloración. <i>Isoflavanonas:</i> Amarillo rojizo. <i>Flavonoles:</i> Rojo a magenta. <i>Flavonas y flavonoles:</i> Amarillo a rojo	+	0
ANTOCIANINAS Y FLAVONOIDES CATÉQUICOS	Rosenheim (Sol. Yodo Yodurada)	X gotas de MP + III gotas de Rosenheim	Coloraciónrojo oscuro	+	0
AMINOÁCIDOS LIBRES Y GRUPOS AMINO	Ninhidrina(0.1% en etanol)	X gotas de MP + III gotas de ninhidrina + calentar en B.M 10 min.	Coloración violácea	+	0
	Dragendorff (yoduro potásico-	X gotas de MP + evaporar el solvente B.M + V gotas de HCl 10%+ III gotas	Precipitadonaranja	0	0

ALCALOIDES	bismútico)	de Dragendorff			
	Mayer (yoduro potásico mercúrico)	X gotas de MP + evaporar el solvente B.M + V gotas de HCl 10%+ + III gotas de Mayer	Precipitado blanco	0	0
	Bertrand (ácido silíceo)	X gotas de MP + evaporar el solvente B.M + V gotas de HCl 10%+ + III gotas de Bertrand	Precipitado blanco	0	0
	Sonnenschein (ácido fosfomolibdico)	X gotas de MP + evaporar el solvente B.M + V gotas de HCl 10%++ III gotas de Sonnenschein	Precipitado amarillo-verdoso	0	0
NAFTAQUINONAS, ANTRAQUINONAS Y ANTRANONAS	Borntrager (NaOH 5%)	X gotas de MP + III gotas de Borntrager	Coloración roja	0	0
TRITERPENOIDES Y ESTEROIDES	Lieberman-Burchard	X gotas de MP + llevar a sequedad en B.M + X gotas de cloroformo+ III gotas de anhídrido acético+ H ₂ SO ₄ cc en zona (por las paredes de tubo) sin agitar.	<i>Esteroides: verde-azul Triterpenoides: rojo-naranja</i>	0	0
SAPONINAS	Generación de espuma	1 mL de MP + 5 mL de agua destilada + agitar fuertemente por 1 min.	Formación de 0.5 a 1 cm de espuma estable por 15 min.	0	+
GLICÓSIDOS	Baljet	X gotas de MP + V gotas de ácido pícrico 1 % + V gotas de NaOH al 5 %.	Coloración anaranjada	+	+
CUMARINAS	NH ₄ OH cc ó NaOH 10%	X gotas de MP + papel humedecido con NH ₄ OH cc ó NaOH 10% en boca de tubo + calentar por 5 min a	Fluorescencia celeste	0	+

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Como el valor p es bastante pequeño, ($p < 0.05$), donde el panel establece preferencia significativa por alguno de los tratamientos, en cuanto al color, olor, sabor y textura. Para identificar cual es el tratamiento preferido se utilizó las gráficas. Por lo tanto, se concluye que el tratamiento en la que se utilizó la relación gel: harina 1:3 es el preferido por los panelistas.

4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los análisis físicos del pan elaborado a base de harina de arroz y gel extraído del nostoc, presenta los mejores resultados como coeficiente de elevación 2,02, relación corteza: miga 32:68 y 31: 69 y densidad 0,19; lo cual difiere de Pacheco, A., que obtiene un volumen específico de $1,9 \text{ cm}^3/\text{gr}$ (que en densidad representa = 0,52), posiblemente por la cantidad de agua incorporada, que según la investigadora es un factor que aumenta el volumen específico. Así mismo Zumarán O, Yglesias L. demostraron que las propiedades físicas del pan formulado con las harinas diferentes a la del trigo se reducen.

Los resultados de aceptación sensorial de la textura muestra una preferencia significativa por alguno de los tratamientos, según las gráficas, se observa que los panelistas presentan preferencia por el tratamiento en la que se utilizó la relación gel: harina 1:3 con una temperatura de cocción de 160°C y tiempo de fermentación de 30 minutos, lo cual refleja la importancia de la presencia de harina en la aceptación sensorial, Matos M. (2013) trabajó con panes a base de harina de arroz, integrando aspectos tecnológicos, sensoriales y nutricionales, la investigadora observó correlaciones positivas entre las propiedades de hidratación de la miga y algunos parámetros de textura. Así mismo Salas M, Haros M. evaluaron la aceptación sensorial de panes elaborados por harina integral de arroz, encontrando que la harina integral de arroz influye en la retrogradación del almidón y una aceptación sensorial por el consumidor.

Al elaborar el pan se utilizó el gel extraído del nostoc y secado a una humedad del 20%, lo cual da una hidratación adecuada al producto final, que

influye en la textura del pan. Así mismo Murgueytio E. (2012) demostró que el factor humedad influye significativamente en el índice de absorción de agua. Por otro lado, Alvis A. *et al.* (2011), en su trabajo elaboro un pan con agregado de harina de arroz integral con el fin de encontrar una formulación para la producción de pan que presente mejores propiedades físicas y sensoriales. La panificación se llevó a cabo con la hidratación necesaria para mantener la mezcla batida a consistencia constante. Los panes fueron evaluados por sus atributos sensoriales en la que obtuvo correlaciones lineales altamente significativas entre la dureza, elasticidad y volumen específico medidos instrumentalmente y lo determinado por los jueces.

Según gráficas anteriores se obtiene un pan sensorialmente aceptable, que coincide con Fernández A. (2012) que formuló un pan tostado tipo dulce libre de gluten, sustituyendo la harina de trigo por harina de maíz y arroz, llegando a obtener un producto con características físicas y de sabor aceptable. Por otro lado, Pascual G. y Zapata J. realizó la sustitución parcial de harina de trigo *Triticuma estivum*L. Por harina de kiwicha.

*Amaranthus caudatus*L., con cinco niveles de sustitución (al 5%, 10%, 15% y 20%), concluyendo que los panes con sustitución al 10% mostró una preferencia sensorial. Esto es que el mantener una porción de harina de trigo podrá mejorar la aceptación sensorial, pero en casos severos de enfermedad celiaca, no podrá realizarse y/o recomendarse.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Se determinó que el tratamiento en la que se utilizó la relación gel: harina 1:3 con temperatura de cocción de 160°C y tiempo de fermentación de 30 minutos, es el preferido por los panelistas con respecto al **color** del pan sin gluten.
2. Se determinó que el tratamiento en la que se utilizó la relación gel: harina 1:3 con temperatura de cocción de 160°C y tiempo de fermentación de 30 minutos, es el preferido por los panelistas con respecto al **olor** del pan sin gluten.
3. Se determinó que el tratamiento en la que se utilizó la relación gel: harina 1:3 con temperatura de cocción de 160°C y tiempo de fermentación de 30 minutos, es el preferido por los panelistas con respecto al **sabor** del pan sin gluten.
4. Se determinó que el tratamiento en la que se utilizó la relación gel: harina 1:3 con temperatura de cocción de 160°C y tiempo de fermentación de 30 minutos, es el preferido por los panelistas con respecto a la **textura** del pan sin gluten.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Hacer los estudios para la implementación de un área de producción de pan sin gluten, controlando el riesgo de contaminación cruzada con gluten, para asegurar un producto 100% libre de gluten.
2. Realizar estudios microbiológicos para determinar la vida útil del pan elaborado con un gel extraído del nostoc y harina de arroz, debido que es un producto novedoso, con rotación comercial en anaquel lento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez H, Osella C, De la Torre M. Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour, and cassava starch. *Journal of FoodScience*. [Revista en Internet]. 2002 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 67(1):416-419.
Disponible en:https://www.researchgate.net/publication/229525475_Optimization_of_GlutenFree_Bread_Prepared_from_Cornstarch_Rice_Flour_and_Cassava_Starch
2. Miñarro B, Capellas M, Albanell E. Optimización de pan sin gluten. *Alimentaria. Investigación, tecnología y seguridad*. [Revista en Internet]. 2009 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 403(3):60-62.
Disponible en:http://www.cerpta.com/premsa/revistes_2009/3.pdf
3. Gujral H, Rosell M. Improvement of the breadmaking quality of rice flour by glucose oxidase. *Food Research International* [Revista en Internet]. 2004 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 37(1):75–81.
Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996903001200>
4. Torres R, González R, Sánchez H, Osella C, De la Torre M. Comportamiento de variedades de arroz en la elaboración de pan sin gluten. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* [Revista en Internet]. 1999 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 49(1):162-165.
Disponible en:
<http://www.inocua.org/site/Archivos/investigaciones/ARROZ%20EN%20LA%20ELABORACION%20PAN.pdf>
5. Fasano A, Catassi C. Current Approaches to diagnosis and Treatment of Celiac disease: an evolving spectrum. *Gastroenterology*. [Revista en

Internet]. 2011 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 120(3):636-551.
Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11179241>

6. Ward F, Andon S. Hydrocolloids as film formers, adhesives, and gelling agents for bakery and cereal products. *Cereal Foods World*. 2002; 47(1):52-55.
7. Sánchez H, González R, Osella C, Torres R, De la torre M. Elaboración de pan sin gluten con harinas de arroz extrudidas. *Cienc. tecnol. Aliment.* [Revista en Internet]. 2008[Citado el 07 de octubre del 2017]; 6(2):109-116.
Disponible en:<http://www.redalyc.org/pdf/724/72411971004.pdf>
8. Roldan W. Caracterización y cuantificación del comportamiento reológico del hidrocoloide proveniente del nostoc (*Nostoc sphaericum* v.). [tesis de Maestría]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2015. Perú.
9. Fernández A. Formulación y análisis de costos de pan tostado tipo dulce enriquecido con micronutrientes para el consumo de la población guatemalteca con enfermedad celíaca. [tesis de titulación en internet]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar; 2012. [Citado el 07 de octubre del 2017]; 66p.
Disponible en:<http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2012/09/15/Fernandez-Angela.pdf>
10. Jurado B, Fuertes C, Tomas G, Ramos E, Arroyo J, Cáceres R, Inocente M, Alvarado B, Rivera B, Ramírez M, Ostos H, Cárdenas L. Estudio fisicoquímico, microbiológico y toxicológico de los polisacáridos del *nostoc commune* y *nostoc sphaericum*. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.* [Revista en Internet]. 2014 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 17(1):15-22.
Disponible en:<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/download/11310/10142>

11. Pacheco A. Elaboración de panes sin gluten utilizando harina de quinua (*chenopodium quinoa willd.*) y almidón de papa (*solanum tuberosum*). [Tesis de titulación en internet]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2016 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 112p.
Disponble en:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2605/Q02-P323-T.pdf?sequence=1>
12. Pascual G, Zapata J. Sustitución parcial de harina de trigo *Triticum aestivum* L. por harina de kiwicha-*Amaranthus caudatus* L., usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. *RevSocQuím Perú* [Revista en Internet]. 2010 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 76(4):377-388
Disponble en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2010000400008
13. Zumarán O, Yglesias L. Optimización de las propiedades físicas, nutritivas y sensoriales del pan elaborado con harina de espárrago, kiwicha y trigo. *Revista Ciencia y Tecnología, Escuela de Postgrado – Universidad Nacional de Trujillo*; 2013.
14. Salas M, Haros M. Evaluación de la calidad tecnológica, nutricional y sensorial de productos de panadería por sustitución de harina de trigo por harina integral de arroz. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, v. 19, e2016002, 2016
15. Alvis A, Pérez L, Arrazola G. Elaboración de Panes con Agregado de Harina de Arroz Integral y Modelación de sus Atributos Sensoriales a Través de la Metodología de Superficie de Respuesta. *Información Tecnológica* [Revista en Internet]. 2011 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 22(5):29-38
Disponble en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642011000500005

16. Milde L, Cabral F, Ramírez R. Efecto del almacenamiento congelado sobre panificado de fécula de mandioca: propiedades físicas, texturales y sensoriales. Rev. Cienc. Tecnol. [Revista en Internet]. 2014 [Citado el 07 de octubre del 2017]; (21):33-39
Disponibile en:
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872014000100006
17. Murgueytio E. Utilización de ácido láctico y harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) extrudida en la elaboración de pan sin gluten. [tesis de titulación en internet]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar; 2012. [Citado el 10 de octubre del 2017]; 66p.
Disponibile
en:http://http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=851-75872014000100006
18. Matos M. Formulación y desarrollo de productos horneados libres de gluten a base de harina de arroz enriquecidos con proteínas.[tesis doctoral en internet]. España: Universidad Politecnica de Valencia; 2013. [Citado el 29 de octubre del 2017]; 213p. Disponible en:
19. Casellas F, J López Vivancos JR. Malegelada, Epidemiología actual y accesibilidad al seguimiento de la dieta de la enfermedad celiaca del Adulto, 2^{da} ed. España 2003.
20. Cueto E. *Celiaquia, un modo de ser*. Buenos Aires: Parábola. 2007.
21. Kuklinski C. Nutrición y Bromatología. 1^{ra} ed. España: Ed. Omega; 2010.
22. Wieser H, Konitzer K. & Koheler P. AACC International Society. Cereal Foods World. 2012;57(5):201–248

23. Moncayo R. Conocimiento de las madres sobre la alimentación que incide en la recuperación del niño con enfermedad celiaca del hospital Roberto Gilbert Elizalde del área de gastroenterología. [Tesis de titulación en internet]. Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2014[Citado el 07 de octubre del 2017]; 116p.
Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3718>
24. Schmidt Hebbel H. Avances en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Chile: Alfabetas impresiones; 198.
25. Chinchay C. Química de Alimentos. 1^{ra} ed. Perú: Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos; 2017.
26. Lima I, Peralta A, Segovia C. Evaluación Nutricional de Panes no Leudado Dulces. [Monografía de titulación en internet]. El Salvador: Universidad Dr. José Matías Delgado; 2011 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 55p.
Disponible
en:<http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/IAL/ADTESLE0001254.pdf>
27. Sciarini L. Estudio del efecto de diferentes aditivos sobre la calidad y la conservación de panes libres de gluten. [tesis Doctoral en internet]. Argentina: Universidad Nacional de La Plata; 2011 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 211p. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/2637>
28. Garda M, Alvarez M, Lattanzio M, Ferraro C. y Colombo M. Rol de los hidrocoloides de semillasde chíá y lino en la optimización de panificados libres de gluten. Diaeta (B. Aires) 2012; 30(140):31-38
29. Pasquel A. Gomas: una aproximación a la industria de alimentos. Revista Amazónica de Investigación Alimentaria. 2001; 1(1): 1 - 8.
30. Bisio A. El Pan. 1^{ra}ed.España: Ed. De Vecchi; 2000.

31. Morán K, Soledispa K. Efecto De La Goma Xanthan Y La Hidroxipropilmetilcelulosa En Las Características Físicas Y Reológicas Del Pan de Arroz Libre de Gluten Tipo Molde. [tesis de titulación en internet]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral; 2013. [Citado el 15 de octubre del 2017]; 87p. Disponible en:<http://>
32. Bailón R. Procesamiento de Hortalizas. 1^{ra} ed. Perú: Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. Instituto de Investigación; 2006
33. Collazos C. Composición de Alimentos de Mayor Consumo en el Perú, Lima: Instituto Nacional de Salud – Ministerio de Salud, 1993
34. Gantar M. Microalgae and Cyanobacteria: Food for Thought. J. Phycol, [Revista en Internet]. 2008 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 44(1):260-268 Disponible en:[Phycological Society of America](http://PhycologicalSociety of America).
https://www.academia.edu/30739244/Microalgae_and_Cyanobacteria_Food_for_Thought
35. Mota R, Guimarãesa R, Büttela Z, Rossib F, Colicab G, Silva CJ, Santos C, Galesa L, Zillea A, De Philippis R, Pereira SB, Tamagninia P. 2013. Production and characterization of extracellular carbohydrate polymer from *Cyanothece* sp. CCY0110. Carbohydrate Polymers [Revista en Internet]. 2013 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 92(2):1408–1415.
Disponible en:https://www.academia.edu/25200781/Production_and_characterization_of_extracellular_carbohydrate_polymer_from_Cyanothece_sp._CCY_0110
36. Siccha A, Lock de Ugaz O. Hidrocoloides. Revista de Química. 1992; 6(2): 171 – 180
37. López T. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y reológicas del pan de bono formulado con emulsificantes y componentes fisiológicamente

activos. [tesis de Maestría en internet]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2013 [Citado el 07 de octubre del 2017]; 93p.

Disponible en: 2013

<http://www.bdigital.unal.edu.co/11808/1/1113624936.2013.pdf>

38. Badui S. Química de los Alimentos. 4^{ta} ed. México: Pearson Educación; 2006.
39. Belitz H, Grosch W, Schieberle P. Food Chemistry. 4^{ta} ed. Berlin: Springer; 2009

Anexo 1: Matriz de Consistencia

TÍTULO: "ELABORACIÓN DE PAN CON HARINA DE ARROZ Y GEL EXTRAÍDO DEL NOSTOC PARA EL CONSUMO DE POBLACIÓN CELIACA"

PROBLEMAS GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		METODOLOGÍA TIPO	INSTRUMENTOS
			VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES		
¿Cómo será el aprovechamiento y aceptabilidad del pan elaborado con harina de Arroz (Oriza sativa) y gel de Nostoc (Nostoc commune) en los estudiantes celiacos de la facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica?	Evaluar el aprovechamiento y la aceptabilidad del pan elaborado con harina de Arroz (Oriza sativa) y gel de Nostoc (Nostoc commune) en los estudiantes de la facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica	El pan elaborado con harina de Arroz (Oriza sativa) y gel de Nostoc (Nostoc commune) tiene mayor aceptabilidad por los estudiantes de la facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica	Pan con harina de Arroz (Oriza sativa), y gel de Nostoc (Nostoc commune)	1:1, 1:2 y 1:3 155°C, 160°C y 165°C 25, 30 y 35 minutos	La investigación que se realizará será de tipo experimental con enfoque cuantitativo, de corte transversal.	análisis físicos y de aceptación sensorial POBLACIÓN Y MUESTRA 30 estudiantes celiacos Estará conformada por un total de 390 unidades de pan elaborado con harina de arroz y gel extraído del nostoc
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES	NIVEL	
1.- ¿De qué manera se podrá evaluar el aprovechamiento no tradicional en la elaboración de pan con harina de arroz (Oryza sativa), y gel de nostoc (Nostoc commune)? 2.- ¿Qué diferencias sensoriales y aceptabilidad presentara el pan elaborado con harina de arroz (Oryza sativa), y gel de nos nostoc (Nostoc commune) "color, olor, sabor, textura" en los estudiantes de la facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica?	1.- Evaluar el aprovechamiento no tradicional en la elaboración de pan con harina de arroz (Oryza sativa), y gel de nostoc (Nostoc commune) 2.- Evaluar las diferencias sensoriales y aceptabilidad que presentara el pan elaborado con harina de arroz (Oryza sativa), y gel de nostoc (Nostoc commune) "color, olor, sabor, textura" en los estudiantes celiacos de la facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica	El aprovechamiento de la harina de Arroz (Oryza sativa), y gel de Nostoc (Nostoc commune) es favorable para la elaboración no tradicional de pan El pan elaborado con harina de Arroz (Oryza sativa), y gel de Nostoc (Nostoc commune) no presenta diferencias sensoriales (color, olor, sabor, textura) significativas siendo aceptado por los estudiantes celiacos de la facultad de ciencias Farmacéuticas y Bioquímica	Aprovechamiento y aceptabilidad en estudiantes celiacos	1. Prueba de determinación de grado de satisfacción. 2. Prueba de calificación. 3.- Prueba de preferencia	Aplicado DISEÑO experimental	

Anexo 2: Certificado de Taxonómico



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CONSTANCIA N° 13-USM-2018

EL JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (Alga - colonias), recibida de **Elmer Luís PALACIN AGUI**; de la Universidad Particular Inca Garcilaso de la Vega, ha sido estudiada y clasificada como: ***Nostoc sphaericum* Vaucher & Flahaut**; y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de GUIRY M. D. & GUIRYGM 2018 Algae Database:

DIVISION: CYANOPHYTA

CLASE: CYANOPHYCEAE

SUB CLASE: NOSTOCOPHYCIDAE

ORDEN: NOSTOCALES

FAMILIA: NOSTOCACEAE

GENERO: *Nostoc*

ESPECIE: *Nostoc sphaericum* Vaucher & Flahaut

Nombre vulgar: "Cushuro, Murmunta".
Determinado por: Blgo. Mario Benavente Palacios

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 18 de enero de 2018


Mag. Asunción A. Cano Echevarría
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)



ACE/yr.

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-0434, Lima 14, Perú

Teléfono:
619-7000 anexo 5701, 5703, 5704

E-mail: museohn@unmsm.edu.pe
<http://museohn.unmsm.edu.pe>

Anexo 3: Ficha de Observación Adhoc de Recolección de Datos



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICA

HOJA DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS

FICHA DE OBSERVACION ADHOC DE RECOLECCION DE DATOS

“ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE HARINAS NO TRADICIONALES PARA LA ELABORACION DE PAN DE ARROZ “Oryza sativa” CON GEL DE NOSTOC “Nostoc” Y SU ACEPTABILIDAD EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICA”

Después de revisado el instrumento es valiosa su opinión acerca de lo siguiente:

MENOS DE:

50 – 60 – 70 – 80 – 90 – 100

1.- ¿En qué porcentaje estima que con estos instrumentos se lograrán los objetivos propuestos? () () () () (X) ()

2.- ¿En qué porcentaje considera que los ítems están referidos a los conceptos del tema? () () () () (X) ()

3.- ¿En qué porcentaje cree que los ítems planteados son suficientes para lograr los objetivos () () () () (X) ()

4.- ¿En qué porcentaje estima que los ítems del instrumento son de ejecución viable () () () () (X) ()

5.- ¿Que porcentaje considera que los ítems siguen una secuencia lógica () () () () (X) ()

6.- ¿En qué porcentaje cree usted que con los instrumentos se obtendrán datos similares si se replicara con otras muestras? () () () () (X) ()

SUGERENCIAS:

1.- ¿Que ítems considera usted que deben agregarse?

.....

2.- ¿Que ítems considera usted que deben eliminarse?

.....

3.- ¿Que ítems considera usted que deben reformularse o precisarse mejor?

.....

Validado por: Fecha
Dra. Q. F. Teresa Morales Q.

Firma:
T.M.Q.



**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICA**

PRUEBA DE GRADO DE SATISFACCIÓN CON ESCALA HEDÓNICA

INDICACIONES

Ud. evaluará el producto PAN 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.

Nombre y apellido:.....

Sexo: M F

Edad:.....

Consume pan: SÍ NO

Frecuencia semanal de consumo:

ESCALA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	
Me disgusta en extremo					
Me disgusta mucho					
Me disgusta moderadamente					
Me disgusta ligeramente					
Ni me gusta ni me disgusta					
Me gusta ligeramente					
Me gusta moderadamente					
Me gusta mucho					
Me gusta en extremo					

OBSERVACIONES.....
.....
.....



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICA

HOJA DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS

FICHA DE OBSERVACION ADHOC DE RECOLECCION DE DATOS

ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE HARINAS NO TRADICIONALES PARA LA ELABORACION DE PAN DE ARROZ Oryza sativa CON GEL DE NOSTOC Nostoc Y SU ACEPTABILIDAD EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICA

Después de revisado el instrumento es valiosa su opinión acerca de lo siguiente:

MENOS DE:

50 - 60 - 70 - 80 - 90 - 100

1.- ¿En qué porcentaje estima que con estos instrumentos se lograrán los objetivos propuestos? () () () () (X) ()

2.- ¿En qué porcentaje considera que los ítems están referidos a los conceptos del tema? () () () () (X) ()

3.- ¿En qué porcentaje cree que los ítems planteados son suficientes para lograr los objetivos () () () () (X) ()

4.- ¿En qué porcentaje estima que los ítems del instrumento son de ejecución viable () () () () (X) ()

5.- Que porcentaje considera que los ítems siguen una secuencia lógica () () () () (X) ()

6.- ¿En qué porcentaje cree usted que con los instrumentos se obtendrán datos similares si se replicara con otras muestras? () () () () (X) ()

SUGERENCIAS:

1.- ¿Que ítems considera usted que deben agregarse?

2.- ¿Que ítems considera usted que deben eliminarse?

3.- ¿Que ítems considera usted que deben reformularse o precisarse mejor?

Validado por: Mg. Carla A. Cano P. Fecha: 15.01.2018
Firma: [Handwritten Signature]



**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICA**

PRUEBA DE GRADO DE SATISFACCIÓN CON ESCALA HEDÓNICA

INDICACIONES

Ud. evaluará el producto PAN 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.

Nombre y apellido:.....

Sexo: M F

Edad:.....

Consume pan: SÍ NO

Frecuencia semanal de consumo:

ESCALA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	
Me disgusta en extremo					
Me disgusta mucho					
Me disgusta moderadamente					
Me disgusta ligeramente					
Ni me gusta ni me disgusta					
Me gusta ligeramente					
Me gusta moderadamente					
Me gusta mucho					
Me gusta en extremo					

OBSERVACIONES.....
.....
.....



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICA

HOJA DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS

FICHA DE OBSERVACION ADHOC DE RECOLECCION DE DATOS

“ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE HARINAS NO TRADICIONALES PARA LA ELABORACION DE PAN DE ARROZ “Oryza sativa” CON GEL DE NOSTOC “Nostoc” Y SU ACEPTABILIDAD EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICA”

Después de revisado el instrumento es valiosa su opinión acerca de lo siguiente:

MENOS DE:

50 - 60 - 70 - 80 - 90 -100

1.- ¿En qué porcentaje estima que con estos instrumentos se lograrán los objetivos propuestos? () () () () () ()

2.- ¿En qué porcentaje considera que los ítems están referidos a los conceptos del tema? () () () () () ()

3.- ¿En qué porcentaje cree que los ítems planteados son suficientes para lograr los objetivos () () () () () ()

4.- ¿En qué porcentaje estima que los ítems del instrumento son de ejecución viable () () () () () ()

5.- Que porcentaje considera que los ítems siguen una secuencia lógica () () () () () ()

6.- ¿En qué porcentaje cree usted que con los instrumentos Se obtendrán datos similares si se replicara con otras muestras? () () () () () ()

SUGERENCIAS:

1.- ¿Que ítems considera usted que deben agregarse?

.....

2.- ¿Que ítems considera usted que deben eliminarse?

.....

3.- ¿Que ítems considera usted que deben reformularse o precisarse mejor?

.....

Validado por: R.F. Doris Alma Tejeda Mucha Fecha 15 de enero del 2018

Firma: [Handwritten Signature]



**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICA**

PRUEBA DE GRADO DE SATISFACCIÓN CON ESCALA HEDÓNICA

INDICACIONES

Ud. evaluará el producto PAN 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.

Nombre y apellido:.....

Sexo: M F

Edad:.....

Consume pan: Sí NO

Frecuencia semanal de consumo:

ESCALA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	
Me disgusta en extremo					
Me disgusta mucho					
Me disgusta moderadamente					
Me disgusta ligeramente					
Ni me gusta ni me disgusta					
Me gusta ligeramente					
Me gusta moderadamente					
Me gusta mucho					
Me gusta en extremo					

OBSERVACIONES.....
.....
.....

Anexo 4: Testimonios Fotográficos

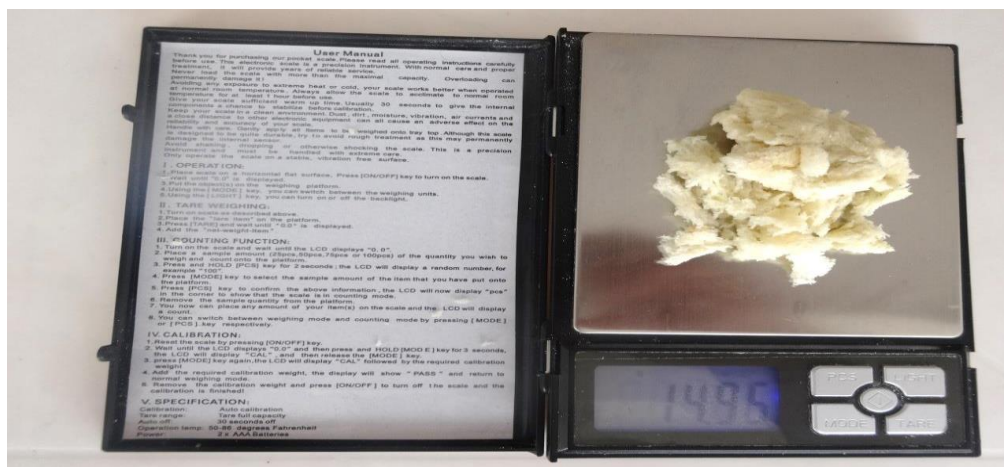
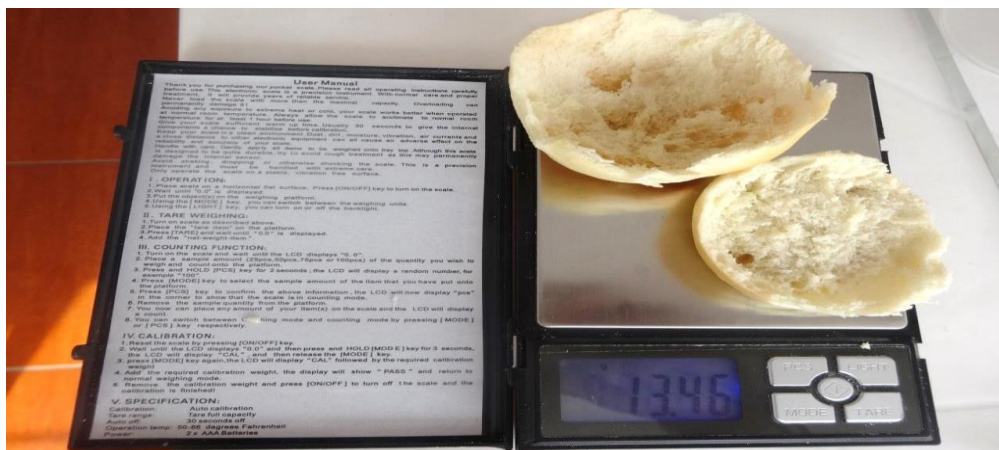
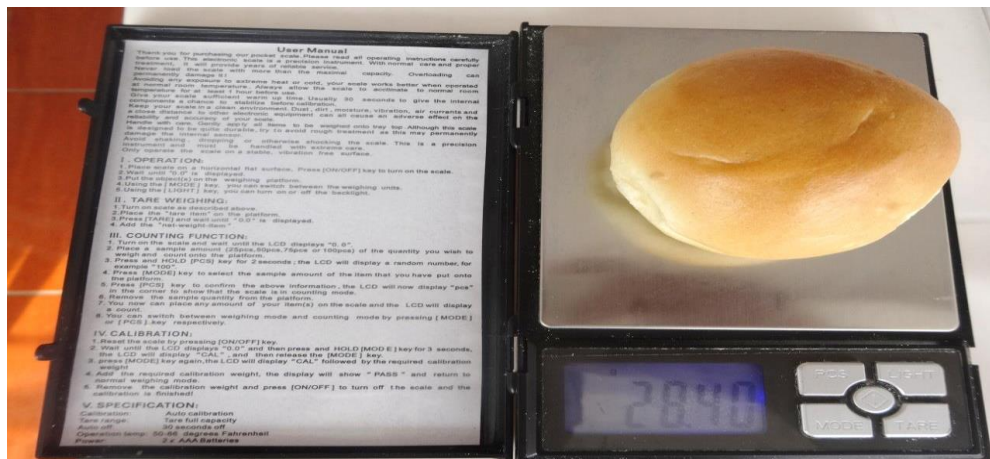
Determinación de densidad aparente (método de inmersión en seco)

- Pesar el pan y anotar
- Llenar un Beacker con agua, anotar el volumen
- Coger un beacker y colocar el pan.
- Medir el nuevo volumen que quedo en el recipiente (volumen del pan)
- Calcular la densidad, dividiendo el peso del pan entre el volumen



Determinación de la relación corteza - miga

- Pesar una porción de muestra de pan o un pan entero
- Mediante raspado se separa la corteza de la miga y pesar independientemente; o pesando uno de ellos obtener el otro por diferencia.
- Expresar en porcentaje



Determinación del coeficiente de elevación (CE)

- Medir el diámetro mayor del pan
- Medir la altura máxima del pan
- Relacionar ambas medidas.

$$CE = \frac{\text{diámetro}}{\text{altura}}$$



Obtención y Extracción del gel del Nostoc



Nostoc de Conococha Ancash

Para la obtención del gel se modificó el flujo publicado Jurado B. *et al* (2014) y Roldan W. (2015)



La Selección de las algas se realizó con un diámetro mayor a 1,5 cm.
Lavado con agua potable

Secado de las algas en estufa a 60°C x 2h. Hasta alcanzar un 20 % de humedad.

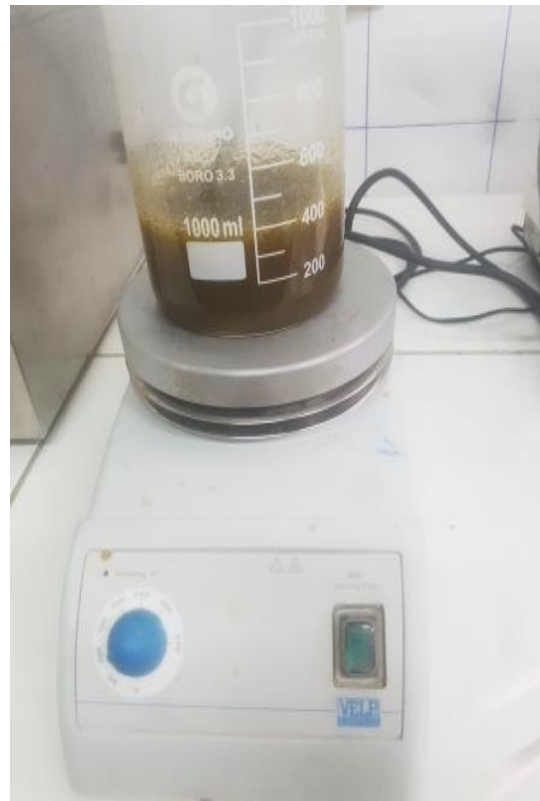


Licuada y extracción en caliente 80°C x 30 minutos



Licuada Oster motor reversible cuchilla 6 aspa año 2015

Decoloración con carbón activo



Filtración



Precipitación. A la solución concentrada se adicionó alcohol etílico en una proporción de 2:1

Elaboración del pan

Ingredientes





Amasado de la harina



- Fermentado



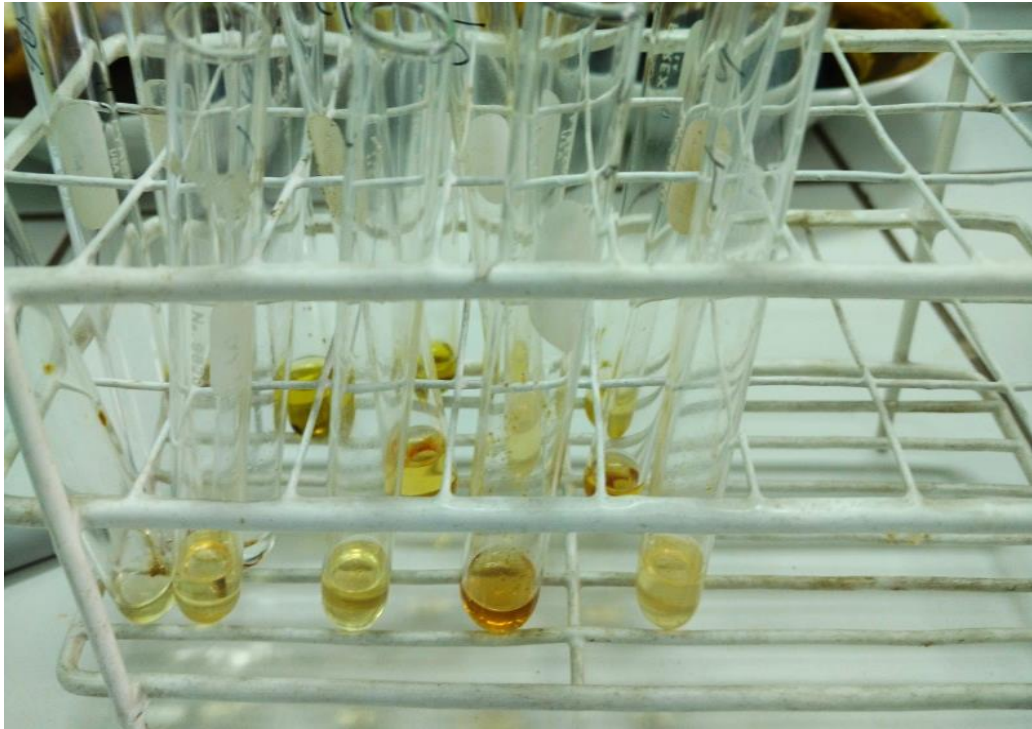
- Producto obtenido

Análisis sensorial



- Encuestas

Prueba de solubilidad



Marcha fitoquímica

