

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

UNIDAD DE INVESTIGACION DE INGENIERIA QUIMICA



INFORME FINAL PROYECTO DE INVESTIGACION

“TIEMPO DE VIDA UTIL DEL PAN ELABORADO CON HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*), HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa w.*) Y HARINA DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)”

LIDA CARMEN SANEZ FALCON

**(PERIODO DE EJECUCIÓN: Del 01 /01/19 al 31 /12/19)
(Resolución Rectoral N° 149-2019-R)**

**CALLAO – 2019
PERU**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres a quienes le debo la vida y quien soy, a mis hermanos y a mi esposo Carlos y mi hija Marisol por su amor y apoyo

INDICE

	Página
RELACION DE TABLAS	6
RELACION DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	11
INTRODUCCION	12
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Descripción de la realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema	13
1.2.1 Problema general	13
1.2.2 Problema específico	13
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivos especifico	14
1.4. Limitación de la investigación	14
CAPITULO II: MARCO TEORICO	15
2.1 Antecedentes	15
2.1.1 Antecedentes internacionales	15
2.1.2 Antecedentes nacionales	16
2.2 Marco	18
2.2.1 Marco teórico	18
2.2.2 Marco conceptual	38
2.3 Definición de términos básicos	44
CAPITULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES	47
3.1 Hipótesis	47
3.1.1 Hipótesis general	47
3.1.2 Hipótesis específicas	47
3.2 Definición conceptual de variables	47

3.3	Operacionalización de la variables	48
	CAPITULO IV: DISEÑO METODOLOGÍA	49
4.1	Tipo y Diseño de la Investigación	49
4.2	Método de investigación	50
4.3	Población y Muestra	50
4.4	Lugar de estudio	50
4.5	Técnicas e instrumentos de recolección de información	50
4.6	Análisis y procedimientos de datos	52
	4.6.1 Métodos de análisis	52
	4.6.2 Metodología Experimental	55
	4.6.3 Diseño experimental	55
	CAPITULO V: RESULTADOS	62
5.1	Resultados descriptivos	62
5.2	Resultados inferenciales	66
5.3	Resultados estadísticos de acuerdo al problema y la hipótesis	67
	CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	70
6.1	Contrastación de la hipótesis con los resultados	70
6.2	Contrastación de los resultados con otros estudios similares	72
6.3	Responsabilidad ética	75
	CONCLUSIONES	76
	RECOMENDACIONES	78
	REFERENCIALES BIBLIOGRAFICAS	79
	ANEXOS	86

RELACION DE TABLAS	Pág.
Tabla 1 Principales componentes del trigo (análisis proximal)	21
Tabla 2 Composición media de harina par pan	22
Tabla 3 Contenido de aminoácido en, harina, germen, trigo entero y salvado	22
Tabla 4 Composición de la harina de trigo por cada 100 g	23
Tabla 5 Nutrientes de la harina de trigo (por 100 g de producto	24
Tabla 6 Contenido de aminoácidos en granos andinos y el trigo (mg aminoácidos/g de proteínas)	27
Tabla 7 Análisis proximal y contenido de sales minerales de la quinua	28
Tabla 8 Composición de granos andinos, y trigo (g/100g)	28
Tabla 9 Composición química de la semilla de kiwicha	30
Tabla 10 Composición química y valor nutricional de la kiwicha cruda y tostada en100	30
Tabla 11 Contenido de aminoácidos de kiwicha cruda y tostada (g /100g de proteína)	31
Tabla 12 Actividades realizadas en laboratorio	52
Tabla 13 Normas sanitarias microbiológicas para harinas	53
Tabla 14 Porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina sucedáneas	56
Tabla 15 Formulación para la elaboración de los panes	57
Tabla 16 Análisis proximal de la harina de trigo, quinua y kiwicha	62
Tabla 17 Análisis microbiológico de la harina de trigo, quinua y kiwicha	62
Tabla 18 Contenido de análisis proximal de la mezcla de harinas según el diseño Experimental de mezcla (g/100g muestra)	63

Tabla 19	Análisis proximal del pan elaborado según el diseño experimental de Mezcla (g/100g muestra)	64
Tabla 20	Promedio de atributos de la evaluación sensorial prueba escala hedónica	65
Tabla 21	Contenido de proteína y humedad de pan elaborado	65
Tabla 22	Análisis físico químico y microbiológico del pan elaborado según el diseño Experimental de mezcla de mayor aceptabilidad	66
Tabla 23	Mezcla óptima según evaluación estadística	68

RELACION DE FIGURAS	Pag.
Figura 1 Plantación, grano de trigo y desarrollo histórico del trigo	19
Figura 2 Cultivo de la quínoa	27
Figura 3 Kiwicha (amaranto)	29
Figura 4 Metodología experimental	55
Figura 5 Mezcladora amasadora	58
Figura 6 Divisora o cortadora	58
Figura 7 Proceso de fermentación	58
Figura 8 Diagrama de bloques procesamiento del pan	59
Figura 9 Enfriamiento del pan elaborado	60
Figura 10 Panes elaborados según el diseño experimental de mezcla	63
Figura 11 Pan elaborado con la mezcla óptima de harinas según método estadístico	66
Figura 12 Graficas distribución normal de contenido de proteína	67
Figura 13 Graficas de residuos para % proteínas	68
Figura 14 Mezcla óptima según evaluación estadística Pruebas experimentales	68
Figura 15 Análisis de índice de peróxido del pan elaborado	69
Figura 16 Pérdida de peso al transcurso del tiempo del pan elaborado	69
Figura 17 Pérdida de humedad al transcurso del tiempo del pan elaborado	69

RESUMEN

En el presente trabajo se ha determinado el tiempo de vida de panes elaborados con la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*), por harinas de quinua (*Chenopodium quinoa w.*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Para determinar los porcentajes de sustitución de harinas se utilizó un método estadístico MINITAB 19 del diseño de mezclas de vértices extremos. Se realizó el análisis proximal a cada una de las harinas y a los panes elaborados de cada una de las mezclas; en la elaboración del pan se utilizó el método de panificación directo.

Teniendo en cuenta variable respuesta se obtuvo estadísticamente la mezcla óptima con mayor contenido de proteína cuyos resultados fueron de 14.50 de contenido de proteína, con 70% de harina de trigo, 18% de harina de quinua y 12% de harina de kiwicha. El análisis sensorial realizado mediante el método hedónico evaluado con MINITAB 19 se observó que en el sabor y color no existe diferencia significativa pero en el olor, textura y aceptabilidad existe diferencia significativa.

Después de la evaluación sensorial se determinó la mezcla con las propiedades físico química y aceptabilidad del pan, la prueba cuatro es la más apropiada. Con esta mezcla se elaboró el pan para determinar el tiempo de vida.

En la evaluación de la vida útil del pan, este se almacenó en bolsa de papel a temperatura ambiente y se realizó análisis de induce de peróxido, análisis microbiológico, pérdida de peso y humedad. El análisis del índice de peróxido indica un incremento al transcurso del tiempo y en el cuarto y quinto permaneció constante y según la FAOUNUOMS (1999) indica que el índice de peróxidos debe ser < 10 meq/Kg de grasa son aceptables.

Respecto a la presencia de microorganismos durante el almacenamiento a temperatura ambiente hasta el cuarto día se encuentra ausencia de mohos (ufc/g) y de la misma manera la presencia de levaduras es menor a 10^2 ufc/g en pan seco. Según las Normas técnicas

Sanitarias (NTS-071), estipula que los productos de panificación deben de tener menor a 10^6 ufc/g, considerándose un alimento inocuo libre de contaminación y apto para el consumo humano. Desde el punto de vista de análisis sensorial el sabor mantiene sus características originales la variación no es significativa. Respecto a la textura del producto almacenado si tiene una diferencia significativa con el tiempo dado que pierde humedad y el aspecto se pone rugoso, no apetecible para su consumo concluyéndose que el tiempo de vida del pan elaborado es de cuatro días desde el punto de vista de textura y aspecto físico apetecible para el consumo, y no desde el punto de vista microbiológico.

Palabras clave: Tiempo de vida, Harinas sucedáneas, harina de quinua. Kiwicha, pan

ABSTRACT

In this work, the lifespan of breads made with the partial replacement of wheat flour (*Triticum aestivum*) has been determined by quinoa flour (*Chenopodium quinoa w.*) Kiwicha (*Amaranthus caudatus*). A MINITAB 19 statistical method of designing extreme vertex mixtures was used to determine the percentages of flour replacement. The proximal analysis was carried out on each of the flours and the breads made from each of the mixtures; the direct baking method was used in the making of bread.

Taking into account variable response, the optimal mixture with higher protein content whose results were 14.50 of protein content, with 70% wheat flour, 18% quinoa flour and 12% kiwicha flour, was obtained statistically. Sensory analysis performed using the hedonic method evaluated with MINITAB 19 was observed that in taste and color there is no significant difference but in smell, texture and acceptability there is significant difference.

After sensory evaluation the mixture with the physical chemical properties and acceptability of bread was determined, test four is the most appropriate. With this mixture the bread was prepared to determine the lifespan. In the evaluation of the shelf life of the bread, it was stored in paper bag at room temperature and peroxide-induced analysis, microbiological analysis, weight loss and moisture were performed. The peroxide index analysis indicates an increase over time and in the fourth and fifth time remained constant and according to FAO/WHO (1999) indicates that the peroxide index should be <at 10 meq/kg fat are acceptable.

Regarding the presence of microorganisms during storage at room temperature until the fourth day is no mold (ufc/g) and in the same way the presence of yeasts is less than 10² ufc/g in dry bread. According to the Health Technical Standards (NTS-071), it stipulates that baking products must be less than 10⁶ ufc/g, considered to be a safe food free of contamination and suitable for human consumption. From the point of view of sensory analysis the taste maintains its original characteristics the variation is not significant. Regarding the texture of the stored product if it has a significant difference with the time since it loses moisture and the appearance becomes rough, not appetizing for consumption concluding that the lifespan of the processed bread is four days from the point of view of texture and attractive physical appearance for consumption, and not from the microbiological point of view.

Keywords: Lifetime, Sucedaneous flours, quinoa flour. Kiwicha, bread

INTRODUCCION

El pan es uno del alimento que es consumido por los niños, jóvenes y adultos, y en las zonas de condiciones económicas muy bajas, es muchas veces el único alimento del día que tienen acceso, por ser un producto relativamente barato.

El desarrollo del presente proyecto tiene como objetivo mejorar la calidad, determinar el tiempo de vida útil del pan elaborado con la mezcla de harinas, el cual estará orientado para su consumo principal en los comedores populares, comedores estudiantiles, y de esta manera mejorar la calidad de la dieta, (Sanez. 2018)

Para evitar correr el riesgo de contaminación sanitaria de los consumidores es necesario determinar la vida útil del pan. Cuando las propiedades sensoriales se deterioran provocan hasta hacer que el alimento sea rechazado. La evaluación sensorial es el principal método para identificar los cambios en la calidad de los alimentos, ya que no existen métodos instrumentales o químicos que reemplacen adecuadamente a nuestros sentidos.

Conocer las características del pan es importante para saber su tiempo de vida El pan, como alimento perecedero, necesita condiciones de almacenamiento adecuados para evitar la pérdida de humedad y se ponga duro.

El pan es un producto resultado de la cocción de una masa hecha con la mezcla de harina, sal, levadura y agua, en las proporciones adecuadas, amasada y fermentada. En el proceso de fermentación se generan aromas, dióxido de carbono que permite que la masa aumente de volumen y de otros compuestos característicos del pan. Todos estos procesos hacen que el pan tenga una vida útil corta: “envejece” pronto y se endurece de forma rápida durante el almacenamiento y pierde sus cualidades. Después del horneado ya empieza a producirse una redistribución de la humedad y una cristalización de los almidones, con la consiguiente pérdida de aromas y gusto.

El presente trabajo de investigación tiene el objetivo principal determinar el tiempo de vida del pan elaborado con mezclas de harinas trigo, quinua y kiwicha con alto contenido proteico, los cuales favorecen para el desarrollo de microorganismos conjuntamente con otros factores externos de almacenamiento.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PRBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El proyecto titulado “Tiempo de vida util del Pan elaborados con harina de trigo (*Triticum Aestivum*), harina quinua (*Chenopodium Quinoa W.*) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*)”, se desarrollará el proceso de elaboración de pan con la sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de quinua, harina de kiwicha, logrando obtener una mezcla con el porcentaje adecuado de cada una de las harinas y obtener un pan con un alto valor nutritivo, en tal sentido se determinara el tiempo de vida útil del pan, dado que el producto elaborado es un medio propicio para el desarrollo de microorganismos desde el punto de vista de humedad y nutrientes que contiene el pan elaborado y el medio ambiente que le rodea. Para el cual se realizará los análisis físicos químicos, microbiológicos y sensoriales. Para poder predecir el tiempo de vida del pan.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál será la vida útil del pan elaborado con harina de trigo (*triticum aestivum*), harina de quinua (*chenopodium quinoa w.*) y harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*)?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál es la mezcla optima de las harinas para la elaboración de pan?
- ¿Cómo determinar las propiedades del pan mediante métodos físico-química, y microbiológica?
- ¿Será posible estimar la vida útil del pan a través de métodos sensoriales?

1.3 OBJETIVO

1.3.1 Objetivo General

Determinar la vida útil del pan elaborado con la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*), por harina de quinua (*chenopodium quinoa w.*) y harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*)?

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la mezcla optima de las harinas para la elaboración de pan.
- Determinar las propiedades del pan mediante métodos físico-química, y microbiológica.
- Determinar la vida útil del pan a través de métodos sensoriales.

1.4 Limitación de la investigación

✓ Teórico.

No existen limitaciones teóricas, debido a que se cuenta con diferentes metodologías para estimar la vida útil de los alimentos. Estos últimos años se ha tenido en cuenta principalmente las causas de deterioro, que relaciona con la perdida de la calidad sensorial y las velocidades de deterioro de las reacciones que provocan perdidas de calidad de producto.

✓ Temporal

La investigación realizada tiene carácter experimental y observacional, se ha programado para su ejecución un periodo de un año el cual se desarrolló sin ninguna alteración del cronograma.

✓ Espacial

La investigación tiene carácter tecnológico sustantivo y operativo, debido a que propone alternativas de solución y busca un estándar de obtención del pan a partir de mezcla de harinas y su vida útil

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Medina D.; Martínez M. (2018), en “Desarrollo De Un Producto Alimentario Panificable Tipo Pan Blando A Partir De Harina De Trigo, Yuca Y Quinoa”. Se empleó un diseño de mezclas para el análisis del producto final, categorizado por dos componentes X1= sustitución de harina de trigo (%HT) y X2= sustitución de harina compuesta yuca-quinua (%HYQ), se estudió las propiedades bromatológicas, microbiológicas y físicas del producto final. Para la determinación de las propiedades físicas se utilizó el método de volumen específico por desplazamiento con granos de arroz, el análisis microbiológico de mohos y levadura se realizó en base al análisis establecido en la NTC 1363, siguiendo la metodología expuesta en la NTC 5698-1. La evaluación sensorial del pan blando se realizó mediante la prueba hedónica de nueve puntos con 50 panelistas no entrenados, donde se evaluó parámetros de color, sabor y textura. Para el análisis estadístico se utilizó el diseño de mezclas, ANOVA multifactorial y la prueba de Tukey

Mesas, J.; Alegre, M. (2002), en “El pan y su proceso de elaboración”. El presente artículo es una revisión sobre algunos aspectos relativos al pan y a su proceso de elaboración. Se define el producto y algunos de los distintos tipos de pan según la reglamentación técnico sanitaria española. Se comentan también las distintas materias primas utilizadas en su elaboración. Se describen de forma resumida los distintos sistemas de elaboración así como cada una de las etapas del proceso de fabricación. Finalmente, se tratan las tendencias actuales en panificación destacando de modo especial las técnicas que utilizan frío industrial en alguna etapa del proceso utilizando para ello diagramas de flujo comparativos. © 2002 Altaga. Todos los derechos reservados.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Matos A; Muñoz K. (2010), en elaboración de Pan con Sustitución Parcial de Harina Pre Cocida de Ñuña (*Phaseoleus vulgaris* L.) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*). El objetivo de este trabajo fue elaborar un pan con sustitución parcial de harinas pre cocidas de Ñuña (*Phaseoleus vulgaris* L.) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*). Se utilizaron 3 formulaciones con diferentes porcentajes de sustitución. Los análisis realizados para el producto final fueron contenidos de proteína, ceniza, análisis microbiológico y sensorial. El pan con sustitución parcial de 30% tuvo el contenido de proteína más alto (27.10%). Los análisis microbiológicos de levaduras y coliformes mostraron un valor mínimo con respecto al máximo permitido. El pan con 30% de sustitución tuvo mayor aceptabilidad en cuanto a sabor y textura, en lo que respecta a color el pan con sustitución de 20 % tuvo mayor aceptabilidad.

Mendoza P., Palacios D. Morales, Nicolás F. (2018), en el proyecto Elaboración y valoración del hierro en el pan enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* w.) y soja (*Glycine max*), cuyo objetivo de este trabajo consistió en elaborar y valorar el hierro en el pan enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y soja (*Glycine max*); para este fin se enriqueció el pan, planteando dos formulaciones. Materiales y métodos: Se evaluó la cantidad de hierro en la harina de quinua y soja, prueba de aceptabilidad y la valoración de la cantidad de hierro en el producto final, se realizó también a los panes elaborados el análisis proximal, en el Laboratorio Calidad Total de la Universidad Nacional Agraria de la Molina (UNALM). Resultados: Los resultados de hierro en el producto final fueron para la primera formulación 6.2 mg /100 g, segunda formulación 6.0 mg /100 g de producto, mostró diferencia significativa con el contenido de hierro con el pan francés popular.

Hurtado J. (2016). En Utilización de pre fermentos en la elaboración de pan de molde blanco para extender su tiempo de vida útil. El objetivo principal fue utilizar pre fermentos (masa madre) en la elaboración del pan de molde blanco, en tres diferentes dosis para alargar el tiempo de vida útil del producto (M1: 10% de pre fermento, M2: 15% de pre fermento y M3: 20% de pre fermento). El recuento de mohos y levaduras se mantuvo constante dando valores de <10 UFC/g, coliformes totales de 10 UFC/g y aerobios mesófilos <10 UFC/g, para todas las formulaciones analizadas, las cuales estuvieron dentro de la especificación establecida en la RM-

591-2008/MINSA “Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”. La humedad disminuyó en el tiempo para la M1 (de 28.56% a 24.80%), M2 (de 28.57% a 24.89%) y M3 (de 28.60% a 25.05%); los resultados de acidez no tuvieron diferencia significativa entre las muestras M1 (de 0.43% a 0.41%), M2 (de 0.42% a 0.41%) y M3 (de 0.43% a 0.41%). Se realizaron pruebas sensoriales afectivas de satisfacción con escala hedónica determinando que la muestra patrón y la Muestra 1 tiene un tiempo de vida de 09 días, la Muestra 2 tiene 15 días y la Muestra 3 tiene un tiempo de vida de 18 días. Se estableció cada tiempo de vida en base a que los panelistas percibieron las muestras como no aceptables a partir de dichos días

Huayna C. (2016), en “Optimización de formulación de pre mezcla para la elaboración de queque con sustitución parcial de harina de tarwi (*lupinus mutabilis* sweet) y quinua (*chenopodium quinoa willd*) y evaluación de su vida útil”. El objetivo de este trabajo fue optimizar la formulación de premezcla con sustitución parcial de la harina de trigo por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) para la elaboración de queque, y la determinación de la vida útil de la pre mezcla, las variables experimentales en la etapa de premezcla fueron: harina de quinua (10, 16, 28 y 30%); harina de tarwi (10, 16, 28 y 30%) y aditivos (4, 10 y 12%); para la determinación de vida útil se evaluó temperaturas (10, 25 y 40°C), tiempos (0, 14, 48, 42, 56, 70 y 84 días) de almacenamiento. Las mezclas fueron sometidas a evaluaciones químico proximal, sensorial, Score Químico, índice de peróxidos y análisis microbiológico. Durante el periodo de almacenamiento no se presentaron cambios significativos en las características fisicoquímicas, tanto en el contenido de humedad e índice de peróxidos, y características microbiológicas, que desmejoren la calidad de la pre mezcla, sin embargo, el tiempo y temperatura de almacenamiento influyeron significativamente en las características sensoriales, siendo la “apariencia” la primera característica sensorial que disminuyó.

Delgado (1981) reemplazó la harina de trigo por harina de cebada hasta un 20 %; mejoró el contenido de minerales, pero no se obtuvo alto nivel proteico. Escobedo (1985), utilizó la harina pre cocida de papa en panificación con un 16 % de sustitución obteniendo un 8.5 % de proteínas y 286 calorías. Cárdenas (1991) llega

a sustituir hasta el 30% en el producto final de camote rallado crudo con cáscara en la elaboración del pan, mejorando el nivel proteico y aceptabilidad.

2.2 Marco

2.2.1 Marco teorico

En todos los mercados del Perú se puede encontrar puestos de venta de harinas: de trigo, kiwicha, maíz, quinua, lúcuma, arroz, habas, cacao, mashwa y muchos otros más. El proceso de molienda permite conservar el alimento deshidratado en harina para su posterior uso en diversos procesos de elaboración de alimentos. La harina, es el alimento que conserva muchas de sus propiedades originales en cuanto a sabor y nutrición.

Las harinas cobran mayor valor cuando son adquiridas directamente del productor, porque es el inicio de un ciclo de valor virtuoso que termina en nuestras mesas en forma de panes, queques o galletas y que, al mismo tiempo, producen un valor social. De la mano directa del productor, se conoce el origen y desarrollo de nuestros alimentos; además, obtiene un precio justo por su labor. (Revista Boulevard de Asia publicado el 16 enero 2015)

El Trigo.

El «trigo» proviene de la palabra latín triticum, que significa ‘triturado’ ‘quebrado’, o ‘trillado’, que hace referencia a la actividad que se realiza para separar el grano de trigo de la cascarilla. Con la palabra trigo se designa a la planta como a sus semillas comestibles.

Según (Hoffman, 2010); el trigo presenta la siguiente clasificación taxonómica

División	Magnoliphyta,
Clase	Liliopsida,
Orden	Poales (Graminales),
Familia	Gramínea (Poaceas),
Subfamilia	Festucoidae,
Tribu	Triticaceae (Hordeae),
Género	Triticum.

El trigo juntamente con el maíz, y el arroz son los cereales más cultivado y consumido por el hombre en el mundo. Los principales productos derivados del trigo

son la harina, harina integral, sémola y malta, así como, el pan, galletas, cerveza, whisky, pasta. La harina de trigo es el componente principal para la elaboración del pan, alimentos indispensable en la dieta diaria, dado que es un producto que nos proporciona proteínas y almidón.

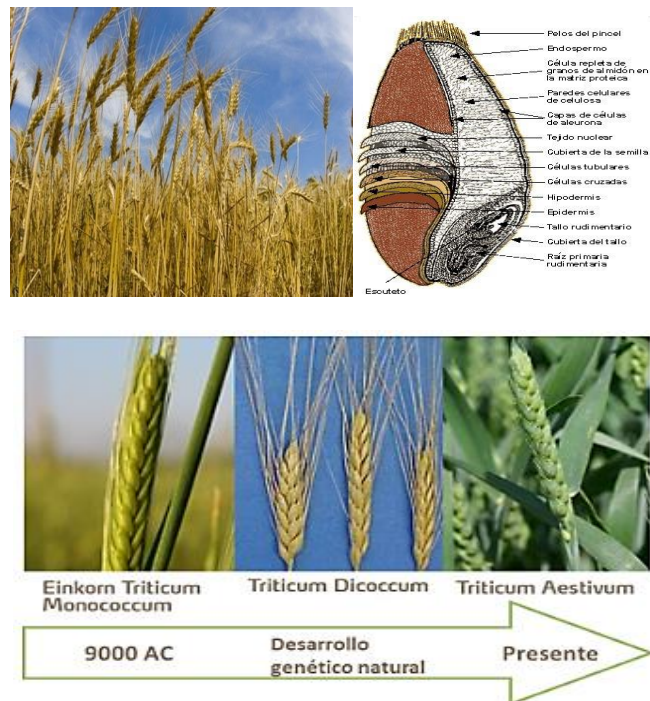


Figura 1 Plantación, grano de trigo y desarrollo histórico del trigo
<http://www.yara.com.pe/croplnutrition/crops/trigo/informacion-esencial/>
<http://panmana-enrique.blogspot.com/2008/10/conceptos-en-panificacin.html>.

El trigo de acuerdo a estudios realizados, se ha cultivado desde hace más de 9000 años. El trigo es el cereal a nivel mundial más importante se cultiva actualmente en Europa, Estados Unidos, Canadá y Sur América. El trigo es una planta gramínea con espigas de cuyos granos molidos se saca la harina, se cultiva de manera satisfactoria en climas moderadamente templados y moderadamente fríos. En el Perú los departamentos de mayor producción son: Ancash, La Libertad, Cajamarca, Ayacucho y Junín.

El Trigo, representa uno de los principales alimentos básicos para las familias peruanas. Es insumo para la producción de harinas, destinadas a la elaboración de pan, fideos, galletas, entre otros y es el tercer cereal más producido después del maíz

y el arroz. A nivel mundial, el trigo es la principal fuente de proteína vegetal en la alimentación humana.

Clasificación del trigo.

1.- Clasificación por cosecha

El trigo tiene 2 estaciones de crecimiento:

- El trigo invernal. Se planta en otoño y se cosecha en primavera, madura lentamente la producción de cada cosecha es de mayor rendimiento y menor valor proteico, es adecuado para galletas y pastelería y menos para panificación.
- El trigo primaveral. Se planta en primavera y se cosecha a principios de otoño. (Quaglia G.1999)

2.- Clasificación según la textura del endospermo

Esta característica del grano está relacionada con la forma de fraccionarse el grano en la molturación.

- El trigo vítreo. La textura del endospermo puede ser vítrea (acerada, pétrea, cristalina, córnea)
- El trigo harinoso. La textura del endospermo que es harinosa (feculenta, yesosa). El carácter harinoso es hereditario y afectado por las condiciones ambientales. (Quaglia G.1999)

3.- Clasificación según la dureza del endospermo

La característica durante la molienda es importante considerar la «dureza» y «blandura» que relaciona con la manera de fragmentación del endospermo. En los trigos duros, la fractura tiende a producirse siguiendo las líneas que limitan las células, mientras que el endospermo de los trigos blandos se fragmenta de forma imprevista, al azar.

- Trigos Duros. Los trigos duros producen harina gruesa, arenosa, fluida y fácil de cerner, compuesta por partículas de forma regular, muchas de las cuales son células completas de endospermo.
- Trigos blandos. Los trigos blandos producen harina muy fina compuesta por fragmentos irregulares de células de endospermo (incluyendo una proporción de fragmentos celulares muy pequeños y granos sueltos de almidón) y algunas partículas aplastadas que se adhieren entre sí. (Quaglia G.1999)

4.- Clasificación según su fuerza

- Trigos fuertes Los trigos que tienen la facultad de producir harina para panificación con piezas de gran volumen, buena textura de la miga y buenas propiedades de conservación, tienen por lo general alto contenido de proteína
- Trigos flojos Los trigos que dan harina con la que solamente se pueden conseguir pequeños panes con miga gruesa y abierta y que se caracterizan por su bajo contenido en proteína. Es ideal para galletas y pastelería, aunque es inadecuada para panificación a menos que se mezcle con harina más fuerte. (Quaglia G. 1999)

5.- Clasificación de los trigos con base en la funcionalidad del gluten

- Fuerte Gluten fuerte y elástico apto para la industria mecanizada de panificación. Usados para mejorar la calidad de trigos débiles.
- Medio-Fuerte Gluten medio-fuerte apto para la industria artesana de panificación.
- Suave Gluten débil o suave pero extensible apto para la industria galletera. Usado para mejorar las propiedades de trigos tenaces.
- Tenaz Gluten corto o poco extensible pero tenaz, apto para la industria pastelera y galletera. (Quaglia G.1999)

La composición del trigo puede variar según la región, las condiciones de cultivo y el año de cosecha. En la tabla 1 se muestra los rangos de la composición química de granos de trigo.

Tabla 1
Principales componentes del trigo (análisis proximal)

	Composición química del trigo (%)	
	Mínimo	Máximo
Proteína	7.0	18.0
Humedad	8.0	18.0
Lípidos	1.5	2.0
Almidón	60.0	68.0
Fibra cruda	2.0	2.5
Cenizas	1.5	2.0

Mats 2002, Citado por Sanz L. (2018)

Harina de trigo

La harina es el polvo que se obtiene de la molienda del grano de trigo maduro, entero o quebrado, limpio, sano y seco, en el que se elimina gran parte de la cascarilla (salvado) y el germen. El resto se tritura hasta obtener un grano de finura adecuada.

La composición media de las harinas panificables oscila entre los siguientes valores:

Tabla 2

Composición media de harina par pan

Elementos	%
Humedad:	12 -15
Proteínas:	9 – 15
Materias grasas:	1 - 2.4
Cenizas:	0.5 – 0.65
Almidón:	68 – 71
Materias celulósicas:	3.5
Azúcares fermentables:	1 - 2.3%.
Enzimas hidrolíticos:	Amilasas proteasas, etc

Gómez Pallarés M. at el. Trigo 2007 Citado por Sanz L. (2018)

Tabla 3

Contenido de aminoácido en, harina, germen, trigo entero y salvado

Aminoácido	Harina	Germen	Trigo entero	Salvado
Treonina	2.7	3.7	2.9	3.3
Serina	4.9	4.5	4.8	4.5
Triptófano	1.0	1.2	1.2	1.6
Lisina	1.9	5.1	2.7	4.0
Argenina	3.6	7.4	4.6	7.0
Fenilalanina	4.9	3.8	4.6	3.9
Histidina	2.0	2.5	2.2	2.6
Ácido aspártico	3.9	7.9	5.0	7.2
Valina	4.3	5.1	4.7	5.0
Alanina	2.8	5.7	3.5	4.9
Prolina	11.7	5.3	9.8	5.9
Ácido glutámico	34.2	16.4	30.6	18.6
Metionina	1.8	2.0	1.7	1.6
Isoleucina	3.9	3.5	3.8	3.5
Cisteína	2.3	1.7	2.2	2.0
Leucina	6.7	6.2	6.7	6.0
Tirosina	2.9	2.8	3.1	2.8
Glicina	3.2	5.6	3.9	4.9

Gómez Pallarés M. at el. Trigo 2007. Citado por Sanz L. (2018)

Clasificación de harina según el tipo de trigo.

Las harinas obtenidas de los diferentes tipos de trigo poseen propiedades características.

➤ **Harina universal** es la harina más común de todas, se obtiene del endospermo del grano finamente molido y combinando trigo duro y blando, se emplea para la elaboración de productos cocidos como panes, pasteles, galletas etc.

Tabla 4
Composición de la harina de trigo por cada 100 g

	Integral	Refinada	Reforzada
Agua	10,27 g	11,92 g	11,92 g
Energía	339 kcal	364 kcal	364 kcal
Grasa	1,87 g	0,98 g	0,98 g
Proteína	13,70 g	15,40 g	15,40 g
Hidratos de carbono	72,57 g	76,31 g	76,31 g
Fibra	12,2 g	2,7 g	2,7 g
Potasio	405 mg	107 mg	107 mg
Fósforo	346 mg	108 mg	108 mg
Hierro	4,64 mg	3,88 mg	4,64 mg
Sodio	5 mg	2 mg	2 mg
Magnesio	138 mg	22 mg	22 mg
Calcio	34 mg	15 mg	15 mg
Cobre	0,38 mg	0,14 mg	0,14 mg
Zinc	2,93 mg	0,70 mg	0,70 mg
Manganeso	3,79 mcg	0,682 mcg	0,682 mcg
Vitamina C	0 mg	0 mg	0 mg
Vitamina B1 (Tiamina)	0,4 mg	0,1 mg	0,7 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0,215 mg	0,04 mg	0,494 mg
Vitamina B3 (Niacina)	6,365 mg	0 mg	5,904 mg
Vitamina B6 (Piridoxina)	0,341 mg	0,044 mg	0,2 mg
Vitamina E	1,23 mg	0,06 mg	0,06 mg
Ácido fólico	44 mcg	0 mcg	128 mcg

FAO "Trigo en la Alimentación Humana" 1990. Tomado Luz Gómez Pando, El cultivo de trigo en el Perú y sus requerimientos hídricos UNALM Citado por Sanz L. (2018),

➤ **Harina panadera.** Es similar a la harina universal y posee alto contenido de gluten.

Tabla 5
Nutrientes de la harina de trigo (por 100 g de producto)

	Harina integral	Harina blanca	Salvado	Germen
Humedad	10,26	13,36	9,9	11,12
Calorías (Kcal)	339	361	216	360
Grasa g	1,87 g	1,66 g	4,25 g	9,72 g
Proteína	13,70 g	11,98 g	15,55 g	23,15 g
Hidratos de carbono	72,57 g	72,53 g	64,51 g	51,80 g
Ceniza	1,6 g	0,47 g	5,79 g	4,21 g
Fibra	12,2 g	2,4 g	42,8 g	13,2 g
Potasio	405 mg	100 mg	1182 mg	892 mg
Fósforo	346 mg	97 mg	1013 mg	842 mg
Hierro	3,88 mg	0,9 mg	10,57 mg	6.26 mg
Sodio	5 mg	2 mg	2 mg	12 mg
Magnesio	25 mg	25 mg	611 mg	239 mg
Calcio	34 mg	15 mg	73 mg	39 mg
Cobre	0,38 mg	0,18 mg	1 mg	0,8 mg
Zinc	2,93 mg	0,85 mg	7.27 mg	12,29 mg
Manganeso	3,8 mcg	0,79 mcg	11,5 mcg	13.3 mg
Selenio	70,7 mcg	39,7 mcg	77,6 mcg	79,2 mcg
Vitamina B1 (Tiamina)	0,45 mg	0,08 mg	0,52 mg	1,88 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)		0,06 mg	0,58 mg	0,37 mg

FAO “Trigo en la Alimentación Humana” 1990. Tomado por Gómez Pando Luz, El cultivo de trigo en el Perú y sus requerimientos hídricos UNALM, Citado por Sanez L. (2018)

➤ **Harina pastelera** esta elaborado de trigo blando contiene bajo contenido de proteína y de textura fina. Se utiliza para la elaboración de diversos tipos de pasteles, galletas.

En las tablas 10 y 11 nos ilustra el contenido de proteínas, sales minerales, carbohidratos y vitaminas en harina integral, refinada, reforzada, blanco y en el salvado y germen.

Importancia del gluten de las harinas.

El gluten es importante en las harinas porque le dan propiedades plásticas como alta cohesividad, elasticidad y extensibilidad de las masas para panificación.

El gluten durante el horneado hace que los gases producto de la fermentación de la masa estén retenidos en el interior, haciendo que esta suba por otro lado hace que el pan no se desinfe, debido a la coagulación del gluten después de la cocción. (Cámara Nacional de la Industria Molinera del Trigo – España, 2009)

La harina contiene entre un 65 y un 70% de almidones, pero su valor nutritivo fundamental está en su contenido, ya que tiene del 9 al 14% de proteínas; siendo las más importantes la gliadina y la gluteína, además de contener otros componentes como celulosa, grasos y azúcar.

La molienda de trigo consiste en separar el endospermo que contiene el almidón de las otras partes del grano. El trigo entero rinde más del 72% de harina blanca y el resto es un subproducto. En la molienda, el grano de trigo se somete a diversos tratamientos antes de convertirlo en harina.

El proceso de molienda tiene como finalidad, separar el endospermo del salvado y del germen, reduciéndolo a harina. Este proceso se divide en varias etapas.

- Recepción y almacenamiento del grano
- Limpieza y acondicionamiento del grano
- Molienda del trigo: producción de harina y subproductos

Empaque, almacenamiento. (Quaglia G 1999)

La quinua

Según Ángel Mujica & Sven-E. Jacobsen. Los nombres comunes de la quinua son: kinua, quinua, parca, quinua (idioma quechua); supha, jopa, jupha, jiura, ccallapi y vocali (aymara); suba y pasca (chibcha); quingua (mapuche); quinoa, quinua dulce, dacha, dawé (araucana); jupa, jara, jupa lukhi, candonga, licsa, quiñoa. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) se cultiva en todos los Andes, principalmente del Perú y Bolivia, desde hace más de 7.000 años por culturas preincas e incas. Históricamente la quinua se ha cultivado desde el norte de Colombia hasta el sur de Chile desde el nivel del mar hasta los 4.000 m, pero su mejor producción se consigue en el rango de 2.500 -3.800 m. En América Latina, Bolivia es el país con mayor exportación como quinua orgánica a USA y países europeos. La importancia de la quinua reside en la alta calidad como alimento, la utilización completa de la planta y su amplia adaptación a condiciones agroecológicas. La quinua está considerada

como el alimento más completo para la nutrición humana basada en proteínas de la mejor calidad en el reino vegetal por el balance ideal de sus aminoácidos esenciales ácidos grasos como omega 3, 6 y 9, en forma equilibrada, vitamina, y minerales como el calcio y el hierro

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es una especie que se cultiva principalmente para la producción de grano que se consume en forma similares al arroz o transformado en harinas en forma similar al trigo.

El tamaño de los granos de quinua varía de grande, mediano y pequeño. También se conoce la quinua amarga porque contiene saponina y la quinua dulce aquellas que no tiene saponina.

La saponina es el responsable del sabor amargo del grano quinua. Este compuesto se concentra en la parte externa del grano es decir en el pericarpio. La saponina debe ser removida mediante métodos apropiados antes de ser consumida.

La quinua se cultiva ampliamente en la región andina, extendiéndose desde Colombia hasta el norte de la Argentina ocupando los zonas altas y valles interandinos, pero también se cultiva a nivel del mar en Chile (Tapia, 2007).

La zona de mayor producción de la quinua es el altiplano Perú-Boliviano, los valles interandinos de Perú, Bolivia y Ecuador son también zonas de producción importantes.

La harina de quinua se obtiene de la molienda de la quinua desaponificada y secada, adquiriendo la forma de harina integral que luego de un proceso de tamizado en mallas apropiadas se obtiene un producto de características granulométricas similares a la harina industrial. El porcentaje de extracción de harina de quinua varía entre 75 y 85%

Valor nutritivo de la quinua, en los últimos años la quinua ha adquirido mayor importancia internacional por ser rico en proteínas y llevar en su composición todos los aminoácidos esenciales para la nutrición del ser humano, los 20 aminoácidos que contienen incluyendo los 10 más esenciales que son: Valina, Leucina, Treonina, Lisina, Triptófano, Histidina, Fenilalanina, Isoleucina, Arginina y Metionina, además posee vitaminas (B1, B2, B3 y C) y minerales (calcio y hierro). El

contenido de proteínas varía entre 12 y 16%, aunque hay reportes de valores cercanos al 20%. (Morton 2003).



Figura 2 Cultivo de la quínoa

Ángel Mujica (2005) <https://www.google.com/search?q=origen+de+la+quinua&client>

La clasificación según La Norma técnica Peruana por Su contenido de saponina son quinua amarga, quinua dulce y quinua lavada.

La norma no especifica niveles máximos de saponina, ni de ninguna sustancia tóxica (pesticidas, metales pesados, etc. En las tablas 6, 7 y 8 se pueden observar los aminoácidos, valores máximos y mínimos del análisis proximal y valor nutricional del trigo y granos andinos.

Tabla 6

Contenido de aminoácidos en granos andinos y el trigo (mg aminoácidos/g de proteínas)

Aminoácido	Quinua	Cañiwa	Kiwicha	Trigo
Lisina	68	59	67	29
Metionina	21	16	23	15
Treonina	45	47	51	29
Triptófano	13	8	11	11

Tapia M, et al (1997) citado por Sanz F (2018)

Clasificación Botánica de la quinua

La quinua pertenece a la División Fanerógama, Clase Angiospermas, Subclase Dicotiledóneas, Orden Centrospermales, Familia Quenopodiáceas, Género *Chenopodium*

Las proteínas de los granos andinos difieren de la contenida en los cereales no sólo en cantidad, sino también en calidad representada por la presencia balanceada de aminoácidos esenciales.

El contenido de los principales aminoácidos limitantes es claramente mayor en la quinua frente al del trigo (Tapia, 1979).

Tabla 7
Análisis proximal y contenido de sales minerales de la quinua

Composición	Rango Mínimo-Máximo
Proteína	11,0 a 21,3 g/100g
Humedad	9,4 a 13,4
Lípidos	5 a 8,4
Cenizas	5.7 a 6.5
Carbohidrato	53,5 a 74,3
Fe	2.5 a 19.0 mg/100g
Mg	390 a 640
Zn	22.5 a 14.1
Ca	24 a 150
P	900 a 1500
Na	2 a 41
K	1182 a 1900

Tapia, et al (1979) citado por Sanz F (2018)

El consumo de quinua es cada vez más popular entre las personas interesadas en la mejora y el mantenimiento de su estado de salud mediante el cambio de los hábitos alimenticios, ya que es un excelente ejemplo de “alimento funcional” (que contribuye a reducir el riesgo de varias enfermedades y/o ejerciendo promoción de la salud). Este alimento, por sus características nutricionales superiores, puede ser muy útil en las etapas de desarrollo y crecimiento del organismo.

Tabla 8
Composición de granos andinos, y trigo (g/100g)

Composición	Quinua	Kañiwa	Kiwicha	Trigo
Proteína	11,7	14,0	12,9	8,6
Grasa	6,3	4,3	7,2	1,5
Carbohidratos	68,0	64,0	65,1	73,7
Fibra	5,2	9,8	6,7	3,0
Ceniza	2,8	5,4	2,5	1,7
Humedad %	11,2	12,2	12,3	14,5

Tapia, (2001), citado por Sanz F (2018)

Kiwicha (*Amaranthus caudatus*)

La variedad *Amaranthus caudatus* es cultivada tanto en América como en África y Asia. En Sudamérica se cultiva en pequeñas parcelas, desde el sur de Colombia hasta el norte de la Argentina. El área dedicada a la producción de la kiwicha es casi marginal en la sierra de Colombia y Ecuador y los campos más frecuentes se encuentran en los valles interandinos de Perú, Bolivia y el norte de la Argentina (Lescano, 1994).

Recibe diferentes nombres, siendo conocido en la región andina del Perú como kiwicha en el Cusco, achita en Ayacucho, achis en Áncash, coyo en Cajamarca y qamaya en Arequipa. En Bolivia se le denomina coimi; millmi en Argentina; y un tipo de amaranto de color oscuro se llama sangoracha en Ecuador.



Figura 3 Kiwicha (amaranto)
QORINKA (2018) <http://actualizaf5.com/qori/kiwicha-2>

Al género *Amaranthus* pertenecen hasta cuatro especies que fueron cultivadas en América antes de la llegada de los españoles: *hipochondriacus* y *cruentus* (Mesoamérica), y *caudatus* y *edulis* (Andes).

Clasificación taxonómica de Kiwicha

Según la cita de Mujica (2000), la clasificación taxonómica de la kiwicha es como sigue: Reino: Plantae (Vegetal), División: Angiosperma, Clase: Dicotiledoneas, Orden: Centrospermales, Familia: Amaranthaceae, Género: *Amaranthus*, Especie: *Caudatus*, *edulis*, *cuentrus*, *hipochondriacus*.

Este grano andino, de extraordinarias cualidades nutricionales, comenzó a ser sembrado en extensiones importantes en Arequipa (Perú) a inicios de la década de 1990 en Majes y Cotahuasi. Desde entonces su producción estuvo destinada a la exportación. En Cotahuasi, su cultivo fue estimulado por la ONG AEDES, con un sistema de producción orgánico, y promoviendo la organización de los agricultores para la comercialización

Este alimento es un increíble sustento de proteínas y aminoácidos esenciales. Las cantidades que aporta son tan altas como los de la quinua y sobradamente pueden cubrir las necesidades proteicas que el cuerpo humano necesita diariamente. Supera largamente a muchas verduras y frutas.

Tabla 9

Composición química de la semilla de kiwicha

Parámetro	Semilla de Kiwicha
Humedad	8%
Proteínas	14 – 18 %
Fibra	4.9%
Grasa	7.2%
Cenizas	3 – 3.2 %
Carbohidratos	76.5%

Reyes J 2004.citado por Sanez (2018)

Por ello, se recomienda el consumo de kiwicha a los niños y adolescentes, que están en pleno desarrollo, a las gestantes, a los ancianos y a los que se están recobrando de alguna enfermedad.

El valor nutritivo es elevado, debe consumirse cocida para aprovechar sus nutrientes.

Tabla 10

Composición química y valor nutricional de la kiwicha cruda y tostada en 100 g

Elemento	Kiwicha cruda	Kiwicha tostada
Agua (g)	12,0	0,70
Proteína (g)	13,50	14,50
Grasa (g)	7,10	7,80
Carbohidrato (g)	64,50	74,30
Fibra (g)	2,50	3,00
Ceniza (g)	2,40	2,70
Calorías (cal.)	377	428
Calcio (mg)	236	283
Fosforo (mg)	453	502
Hierro (mg)	7,50	8,10
Tiamina Vit B1 (mcg)	0,30	0,01
Riboflamina vit B2 (mcg)	0,01	0,01
Niacina vit B5 (mcg)	0,40	1,30
Ac. Ascórbico reduc. (mcg)	1,30	0,50

Plan de negocios producción y comercialización de kiwicha Dpto. Apurímac, 2009 citado por Sanez (2018)

Es un alimento altamente energético, cien gramos de kiwicha tostada aportan 428 calorías de las cuales alrededor de 70% son por los almidones, 14,5% por las proteínas y alrededor de 7,8% de grasas.

Entre los micronutrientes que contiene el calcio y el fósforo son de mayor concentración pero no en cantidades significativas. Debemos destacar el aporte de fibra, 3 g por cada 100 g de kiwicha tostada, se puede considerar como un alimento que favorece la evacuación intestinal.

Hay un aminoácido en especial que es el más abundante en la kiwicha: la lisina, esta es considerada uno de los aminoácidos esenciales pues es responsable de la síntesis de todas las proteínas, de la absorción del calcio en nuestro organismo, y en la producción de anticuerpos.

Tabla 11
Contenido de aminoácidos de kiwicha cruda y tostada (g /100g de proteína)

Elemento	Kiwicha cruda
Proteína (g)	13,50
Fenilalanina	3,98
Triptófano	0,95
Metionina	2,13
Leucina	5,20
Isoleucina	6,17
Valina	4,36
Treonina	4,73
Arginina	8,50
Histidina	2,31
Lisina	7,16

Plan de negocios producción y comercialización de kiwicha Dpto. Apurímac, 2009
citado por Sanez (2018)

Pero además de todos estos beneficios, la kiwicha también contiene mucho calcio (236 mg/100g), incluso mucho más que la leche; para los alérgicos e intolerantes a la lactosa, la kiwicha podría ser una muy buena alternativa. (Tapia, M. 1979)

Harina de kiwicha. Por lo general cuando se piensa en harina se relaciona con la harina de trigo sin embargo hay muchas harinas en especial la de granos andinos las cuales por su gran valor nutricional como se pueden apreciar en las tablas 5 y 6 en tal sentido se pueden utilizar estas harinas para combatir la desnutrición infantil.

El valor energético de la kiwicha es mayor que el de otros cereales. Contiene de 15 a 20% de proteínas, mientras que el maíz, por ejemplo, alcanza únicamente el 11%. El grano de kiwicha tiene un contenido un alto contenido de aminoácidos, vitaminas y sales minerales como calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, vitamina E y complejo de vitamina B. Su fibra, comparada con otros cereales, es muy fina y suave. No es necesario separarla de la harina, es más, juntas constituyen una gran fuente de energía. Los granos de almidón varían en diámetro de 1 a 3.5 micrones, al igual que los de la quinua, y mucho más pequeños que los del trigo y el maíz. Su estructura diminuta los hace útiles en la industria.

El Pan

El Pan es un alimento básico que se elabora cociendo una mezcla de harina o grano molido, agua o leche, y varios ingredientes más. La harina puede ser de trigo, quinua, centeno, cebada, maíz, arroz, y soja. Dependiendo de los ingredientes utilizados, el pan puede ser con levadura o ácimo. El primero se hace combinando un agente que produce la fermentación y subida del pan, en general levadura, con el resto de los ingredientes, normalmente azúcar, sal y grasa, además de la harina y el líquido. La levadura actúa en el proceso de fermentación, generando diminutas burbujas de un gas, dióxido de carbono, en la mezcla o masa, incrementando su volumen y haciéndola ligera.

Panificación. Los principales métodos para la elaboración de pan son:

-**Método de masa directa,** Este método consiste en que todo los componentes de la masa son mezclados y combinados en una sola etapa. En esta operación de mezclado se obtiene una masa suave con una elasticidad apropiada. La masa es fermentada por 2 a 4 horas.

- **Método de esponja.** En este método el volumen de harina a utilizar se divide en dos partes: una de ellas es mezclada con levadura y agua, dejándole fermentar cierto tiempo, a esta masa se le llama “esponja”, la cual se mezcla con la otra cantidad de harina y los otros ingredientes (masa).

La cantidad de harina a utilizar en la “esponja” y en la masa está regulada por el tipo de harina y el tipo de producto a elaborar (Mesas y Alegre 2002).

Composición de la harina de trigo:

✓ **Carbohidratos: Almidón**

Es el componente principal de la harina. Es un polisacárido de glucosa, insoluble en agua fría, pero aumentando la temperatura experimenta un ligero hinchamiento de sus granos.

El almidón está constituido por: Amilosa, polímero de cadena lineal y Amilopectina, polímero de cadena ramificada. Junto con el almidón, vamos a encontrar unas enzimas que van a degradar un 10 por ciento del almidón hasta azúcares simples, son la alfa y la beta amilasa. Estas enzimas van a degradar el almidón hasta dextrina, maltosa y glucosa que servirá de alimento a las levaduras durante la fermentación.

✓ **Proteínas: gluten**

El contenido de proteínas varía significativamente según el tipo de trigo, la época de recolección y la tasa de extracción.

El gluten es un complejo de proteínas insolubles en agua, que le proporciona a la harina de trigo la cualidad de ser panificable. Está constituida por: Glutenina, proteína encargada de la fuerza o tenacidad de la masa y Gliadina, proteína responsable de la elasticidad de la masa.

La cantidad de gluten presente en una harina es lo que determina que la harina sea “fuerte” o “floja”. La harina fuerte es rica en gluten, tiene la capacidad de retener mucha agua, dando masas consistentes y elásticas, panes de buen aspecto, textura y volumen satisfactorios. La harina floja es pobre en gluten, absorbe poco agua, forma masas flojas y con tendencia a fluir durante la fermentación, dando panes bajos y de textura deficiente. No son aptas para fabricar pan pero si galletas u otros productos de repostería.

✓ **Grasas**

Las grasas de la harina proceden de los residuos de las envolturas y de partículas del germen. El contenido de grasa depende por tanto del grado de extracción de la harina. Mientras mayor sea su contenido en grasa más fácilmente se enranciará.

✓ **Humedad** La humedad de una harina, según la norma peruana ITINTEC 205.027,1986 nos señala que no puede sobrepasar el 15 por ciento; es decir,

✓ **Minerales: cenizas**

Para la clasificación de las harinas generalmente se considera la materia mineral que contienen, determinando el contenido máximo de ceniza. Las cenizas están formadas principalmente por calcio, magnesio, sodio, potasio, etc., procedentes de la parte externa del grano, que se incorporan a la harina según su tasa de extracción (De la Cruz 2009).

Insumos en la elaboración del pan

✓ **Levadura**

Es un organismo vivo que produce enzimas, los cuales provocan cambios bioquímicos importantes en productos orgánicos naturales. Pertenecen a la familia *Saccharomyces* siendo exclusivo para panificación *Saccharomyces cerevisiae*, haciendo posible la fermentación alcohólica cuando se le somete a ciertas condiciones especiales. La levadura para actuar necesita humedad, azúcares simples (levulosa y dextrosa), materiales nitrogenados que lo toman de la proteína de la harina, minerales y temperatura adecuada, pero su actividad depende de su contenido de enzimas, coenzimas y activadores (Bennion, citado por De la Cruz 2009).

La levadura es un fermento que produce una sustancia que rompe los almidones de la harina y los transforma en azúcar y estos a su vez en alcohol y gas carbónico, que le da al pan su carácter esponjoso; está constituida por hongos microscópicos, sin color, en forma redonda u ovalada.

✓ **Agua**

El agua es uno de los ingredientes más importantes en la elaboración del pan,. La cantidad de agua depende del tipo de pan, de la harina y su capacidad de absorción y de la maquinaria que tenemos en el taller.

El agua hidrata los almidones de la harina, que junto con el gluten, dan por resultado, una masa plástica, suave y elástica. Esta masa va a crecer por acción del gas que se produce en la fermentación.

El agua en la masa hace posible la porosidad y el buen sabor del pan. Una masa con poca agua dará un pan seco y quebradizo. El agua blanda forma masas pegajosas porque no tiene minerales. El agua dura forma masa compacta porque tiene en

solución, sales minerales y retrasa la fermentación, se debe de utilizar más levadura, más tiempo de fermentación, produce masas compactas, retrasa la fermentación. En este caso tendrá que emplearse más tiempo en la producción y más levadura encareciéndola. (Quaglia 1991).

✓ **Sal**

La sal es un ingrediente básico que mejora el sabor del pan. Calaveras (1996) menciona las funciones que cumple: Da sabor al producto, además resalta los sabores de otros ingredientes como las masas dulces; fortalece el gluten, permitiendo a la masa retener mejor el agua y gases; contrae y estabiliza el gluten de la harina, facilitando así conseguir una pieza bien formada con miga que no se desmorone al cortar; coadyuva a mantener la humedad de la pieza una vez que esta ha salido del horno.

✓ **Azúcar**

El azúcar funciona como ablandador al igual que la grasa vegetal, en los productos horneados. Además de dulzor, el azúcar también tiene la propiedad de retener humedad. Permite conservar el pan por más tiempo por la propiedad higroscópica que permite absorber humedad. Ayuda a una rápida formación de la corteza del pan, debido a la caramelización por una parte y a la reacción de Maillard entre azúcares reductores (maltosa, dextrosa y levulosa) y las proteínas de la harina; esto permite temperaturas de horno más bajas, rápida cocción y mayor cantidad de agua retenida en el producto final. El azúcar es el alimento para la levadura ayudándolo en el metabolismo, permitiendo la acción de las enzimas. (Quaglia, 1991)

✓ **Grasa**

En la elaboración del pan se añade grasas (manteca, margarina, mantequilla y o aceite) con la finalidad de mejorar la calidad panadera. La utilización de la grasa como ingrediente reblandece la miga, por lo tanto el pan mejora su vida en anaquel (Magaña 2011).

Las grasas se emplean para la elaboración de productos horneados con el objetivo de mejorar las características de las masas. Además mejora la presentación del pan con buena coloración, suavidad y buen sabor al pan. (Quaglia 1991).

✓ **Aditivos para pan**

En la elaboración del pan de molde estará permitido el uso de los siguientes aditivos según la Norma ITINTEC 206.004 (1988),

Agentes oxidantes- Como Azodicarbomida (ADA en 45 mg/Kg), Yodato de K y Ca (75 mg/Kg) y Cloruro (90 mg/Kg). La oxidación establece una estructura estable en el sistema de la masa

Emulsificantes Los emulsificantes favorecen la mezcla de las moléculas de agua y grasa en la formación de la masa. Como los Glicéridos (etoxilados), Gliceridos (mono y di) de ácidos grasos dietéticos, Lecitina, Esteres poliglicerol, Esteres propilengicol de ácidos grasos, Compuestos sorbitan, Aceite de soya, Esteres estearil, ácido dactílico-2-estearol y sus sales de Ca y Na, todas en proporción PCF (Prácticas correctas de fabricación).

Emulsionantes. Mejora de las propiedades físicas de los productos cocidos, además obtienen migas más flexibles, con alveolados más finos y uniformes. (Tejero 2012). Los emulsionantes permiten mejorar el rendimiento en los productos de panificación (volumen, estructura del pan, terneza).

Los emulsionantes ayudan a formar la mezcla y pueden así acelerar el proceso de fabricación (Castelli 2002).

Algunos emulsionantes interactúan con el almidón, modificando las temperaturas de gelatinización y la viscosidad, y combinarse con la amilasa de la harina.

Enriquecedores. Como Tiamina (Dosis mínima 4.4 mg/Kg), Riboflavina (Dosis mínima 2.6 mg/Kg), Niacina (Dosis mínima 35.0 mg/Kg) y Hierro (Dosis mínima 28.0 mg/Kg). Son aditivos que permiten mejorar el nivel nutritivo del pan.

Enzimas. Se fabrican mezclas para casi todas las aplicaciones y cada una está destinada para dar cierta funcionalidad: Las pentosanas otorgan volumen y suavidad. Incrementan la absorción de agua y la tolerancia de la masa. La amilasa fungal como la bacteriana tienen efecto especial en el pan y en algunos casos también otorgan extensibilidad a la masa. La glucosa oxidasa le otorga al pan mayor volumen y une la red de gluten. La lipasa es una enzima que otorga suavidad a la miga.

Conservadores. Como ácido prociónico y sus sales de Ca y Na (4000 mg/kg), ácido sórbico y sus sales de Ca, K y Na (1500 mg/Kg). Estos aditivos prolongan el tiempo de vida útil del producto.

Colorantes y saborizantes. Los saborizantes naturales y artificiales permitidos por la autoridad sanitaria y colorantes de acuerdo a la Norma NTN 209.134, 1988. Sirven para dar color y aromatizar al producto y dar una mejor calidad al producto.

Elaboración del pan

Proceso de elaboración de pan

En la elaboración de pan se sigue las siguientes operaciones:

- **Pesaje y Medición:** se hace de acuerdo con las cantidades establecidas en la formulación para cada producto, este pesaje se debe realizar lo más preciso posible de lo contrario los productos saldrán con muchos defectos.
- **Mezcla y amasado:** los objetivos de este paso son la distribución homogénea de los ingredientes y un adecuado desarrollo del gluten.
- **División o corte:** Luego de la fermentación se divide la masa en tantas porciones como panes se vayan a fabricar. Para ello se emplea una maquina cortadora divisora, para obtener un peso similar en cada pan se debe tener en cuenta la pérdida de peso de la masa por deshidratación.
- **Boleo redondeo:** con cada porción de masa se hace una bola compacta. Este paso es generalmente manual y se realiza presionando la masa con la palma de la mano en forma circular. Esto se hace con el fin de que los trozos de masa reposen antes de ser formados por un tiempo de 10 a 20 minutos.
- **Moldeado:** cada bola de masa se extiende con un rodillo y se procede a dar la forma que corresponda al tipo de pan que se está elaborando.
- **Fermentación:** la masa se coloca en un cuarto con temperatura y humedad controlada, en estas condiciones los almidones de la harina se transforman en azúcares y estos en alcohol y gas carbónico el cual hace que el volumen del pan se aumente.
- **Horneado:** finalmente los panes se colocan en el horno a una temperatura acorde con el tamaño y el tipo de pan. Esta etapa sucede en dos fases:

Cuando el producto adquiere una temperatura interna de 45-50°C la producción de gas se inactiva por la muerte de la levadura y da el volumen final del pan y la miga se expande por la acción del gas; cuando el producto tiene una temperatura interna entre 60 - 70°C hay coagulación de proteína y gelatinización de los almidones, el producto pierde su plasticidad y adquiere la forma definitiva del pan. En la segunda etapa ocurre el secado que forma la corteza y el cocimiento del pan. (Carl R. Hosney. 1999)

2.2.2 Marco conceptual

Vida útil de los alimentos Los alimentos son perecederos por naturaleza. Numerosos cambios toman lugar durante su procesamiento y almacenamiento. Las condiciones utilizadas al momento de procesarlos y almacenarlos pueden influenciar adversamente los atributos de calidad. La calidad es una cualidad de los alimentos que puede ser definida como la combinación de propiedades que influyen el grado de aceptabilidad de los alimentos por parte del consumidor (Kramer & Twigg, 1968).

Un alimento es un sistema fisicoquímico y biológicamente activo, por lo que la calidad del mismo es un estado dinámico, que continuamente está cambiando para reducir sus niveles (Rotstein et al. 1997).

Principales formas de deterioro de los alimentos, durante el almacenamiento y distribución los alimentos son expuestos a una serie de factores que pueden afectar su vida útil, estos factores pueden ser clasificados en intrínsecos y extrínsecos. Los factores intrínsecos son las propiedades del producto final, tales como la actividad de agua, pH, acidez total, potencial redox, nutrientes, entre otros. Los factores extrínsecos son aquellos factores con los que el producto final se encuentra a lo largo de la cadena alimentaria, como, temperatura, humedad, oxígeno, sistemas de procesamiento, tipo de empaque y luz (Kilcast & Subramanian, 2000).

Deterioro de alimentos

Es necesario entender cómo la interacción de estos factores causa el deterioro de los alimentos, limitando su vida útil. El deterioro puede ser convenientemente clasificado en cambios ocasionados por deterioro físico, químico y microbiológico.

Deterioro físico Los daños físicos pueden contribuir a la pérdida de vida útil de un alimento, entre ellos se encuentran aquellos causados por el mal manejo durante la cosecha, proceso, almacenamiento y distribución (Labuza, 1982).

Deterioro químico Durante el procesamiento de alimentos, ocurre deterioro del tejido por causas relacionadas con varios constituyentes químicos del alimento dentro del ambiente de los fluidos celulares. Estos componentes pueden reaccionar con factores externos para inducir el deterioro del alimento y disminuir la vida útil del alimento (Labuza, 1982).

Se distinguen diferentes mecanismos: (1) Oxidación de lípidos; (2) Degradación enzimática; (3) Pardeamiento no enzimático; (4) Otras reacciones:

Oxidación de lípidos Muchos alimentos contienen grasas insaturadas, las cuales están sujetas al ataque directo de oxígeno, a través de un mecanismo autocatalítico de radicales libres. Esto genera sabores rancios en el alimento, que son inmediatamente rechazados por el consumidor. Los radicales libres y peróxidos producidos en este proceso pueden reaccionar y decolorar pigmentos, tal como ocurre en vegetales deshidratados, pudiendo destruir las vitaminas C, E y A. La velocidad de la oxidación de lípidos depende de la temperatura, de la disponibilidad de agua y de la actividad de agua. Los más susceptibles de sufrir rancidez son los alimentos secos y semi-húmedos (Labuza, 1982).

La rancidez hidrolítica, se ocasiona por la hidrólisis de las grasas con liberación de ácidos grasos libres. En muchas grasas, la presencia de estos ácidos no produce defectos objetables, sin embargo, en algunos alimentos, ocasiona un olor y sabor tan desagradable, que puede malograr el producto totalmente. Altos contenidos de humedad y temperatura ayudan a acelerar esta reacción (Fennema, 2000)

Degradación enzimática El control de calidad de ciertos alimentos se puede llevar a cabo rutinariamente de manera indirecta a través del análisis de la actividad de ciertas enzimas; la presencia o la ausencia de algunas enzimas en particular se relaciona con una determinada condición microbiológica o química de un producto (Badui, 2006). La Tabla 8 detalla las principales enzimas responsables de la alteración de los alimentos, así como las reacciones que catalizan y sus efectos sobre la calidad.

Pardeamiento no enzimático Durante la fabricación, el almacenamiento y otros procedimientos en que intervienen, muchos alimentos desarrollan una coloración que, en ciertos casos, mejora sus propiedades sensoriales, mientras que en otras las deteriora. Los mecanismos de oscurecimiento en los que intervienen azúcares reductores son: la caramelización y la reacción de Maillard (Badui, 2006). Los factores ambientales que controlan este tipo de reacción son la temperatura, pH, y actividad de agua. La velocidad de este tipo de reacción es más sensible a la temperatura que al deterioro causado por rancidez. En productos secos la velocidad de reacción se cuadruplica con un aumento de 10° C en la temperatura de almacenamiento. En alimentos en que ambas reacciones pueden ocurrir, el pardeamiento no enzimático predomina a altas temperaturas, mientras que la rancidez lo hará a bajas temperaturas. Por tanto, durante el procesamiento, el alimento se debe exponer lo menos posible a altas temperaturas para minimizar este tipo de deterioro, que puede acortar su vida útil. El mayor control del pardeamiento no enzimático es por medio del contenido de agua del alimento, a menor contenido de agua, más lenta será la velocidad de reacción (Labuza, 1982).

Otras reacciones Otras reacciones químicas que ocasionan el deterioro de los alimentos, incluye la destrucción térmica de algunas vitaminas, como la vitamina A, B y C y el efecto de la luz sobre pigmentos, tal como ocurre en la decoloración de la clorofila, la oxidación directa de la vitamina C y de pigmentos carotenoides. Lo importante de estas reacciones es definir el punto en que se dará fin a la vida útil. En muchos casos la información debe ser confirmada con pruebas sensoriales para que el punto de deterioro sea escogido (Labuza, 1982).

Deterioro microbiológico Los microorganismos son la causa más frecuente de alteración de los alimentos y el principal motivo de toxiinfecciones. Dentro de este amplio grupo se incluyen mohos, levaduras y células bacterianas.

Los mohos son hongos microscópicos aerobios que generalmente dañan el alimento y pueden producir toxinas que causan enfermedades. A diferencia de las bacterias, los mohos pueden crecer en alimentos que tienen alta acidez y baja humedad. Por lo general, se desarrollan bajo temperaturas templadas, también pueden crecer a temperaturas de refrigeración (5°C o menos). Algunos mohos causan reacciones

alérgicas y problemas respiratorios, unos pocos pueden producir micotoxinas que se encuentran principalmente en granos y nueces (Araya, 2012).

Las levaduras son otro tipo de hongo unicelular anaerobio facultativo que ocasionan daño en los alimentos, pero que no causan enfermedades. Se encuentran comúnmente en granos, frutas y otros alimentos que contienen azúcar. El intervalo de temperatura de crecimiento de las levaduras es, en general, semejante al de los mohos, con un óptimo alrededor de 25 a 35°C y un máximo de 35 a 47°C. El crecimiento de las levaduras se ve favorecido por un pH ácido próximo a 4 – 4,5 (Fraser, 2010).

Deterioro del pan

El deterioro del pan ocurre debido a sus características susceptibles al desarrollo de mohos. El pan después del proceso de horneado, si no se manipula en condiciones asépticas la contaminación por mohos es eminente.)

El deterioro del pan se acelera si se almacena cuando está todavía caliente, debido a que los vapores que se genera aumenta la humedad del ambiente (Stanley et al 2007)

En el pan por lo general se desarrollan mohos de varias especies de los géneros siendo los más comunes: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* (Sahan, 2011)

La proliferación de *Penicillium* es en ambientes a temperaturas de 7 a 10 °C mientras que el *Aspergillus* es a 22 a 24 °C (Goremen y

En las materias primas del pan (harina, azúcar, levadura) se encuentran las bacterias, el crecimiento de estas bacterias se incrementa en climas cálidos de 25 a 30 °C. (Pattison et al 2004)

Las bacterias son resistentes a la temperatura del horneado, ya que el centro de la miga no alcanza los 100 °C y se desarrollan durante el almacenamiento (Pepe et al ..2003; Ribotta y Tadini, 2009)

El pan deteriorado por bacterias desarrolla olor desagradable, dulce afrutado, seguido de una degradación enzimática de la miga, debido a la producción de amilasa y proteasa. (Pepe et al. 2003)

Estudio de vida útil Un estudio de vida útil consiste en realizar una serie de controles preestablecidos en el tiempo, hasta alcanzar el deterioro elegido como limitante (Curia et al. 2005). Se debe definir cuál será la variable de mayor impacto

en el deterioro del producto para analizarla respecto al tiempo, con la finalidad de utilizarla como variable de respuesta. Cuando no se conoce esta variable, por lo general, se realizan pruebas sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas en forma simultánea. Los puntos clave al diseñar un ensayo de vida útil son: el tiempo durante el cual se va a realizar el estudio siguiendo una determinada frecuencia de muestreo, y los controles que se van a llevar a cabo sobre el producto hasta que presente un deterioro importante (Curia et al. 2005).

Diseño del estudio Un estudio de vida útil se realiza hasta lograr un deterioro apreciable en las muestras. Es importante definir cuál es el tiempo máximo de almacenamiento con el que se va a trabajar. En las empresas se conoce un tiempo estimado de deterioro de las muestras, en condiciones normales de almacenamiento. Cuando se plantean estudios acelerados de vida útil esta información no siempre se conoce previamente. La determinación del número de muestras es un punto crítico en el caso de pruebas sensoriales, ya que en ellas se usa una cantidad importante (Curia et al. 2005).

Selección del diseño experimental Existen dos tipos de diseño aplicables a los estudios de vida útil:

- **Diseño básico:** consiste en almacenar un único lote de muestras en las condiciones seleccionadas e ir haciendo un muestreo en los tiempos prefijados.
- **Diseño escalonado:** consiste en almacenar diferentes lotes de producción en las condiciones seleccionadas a diferentes tiempos, de forma de obtener en un mismo día todas las muestras con los diferentes grados de deterioro y en ese día analizarlas (Curia et al. 2005).

Para estimar la vida útil se pueden aplicar métodos cinéticos y métodos probabilísticos. Los métodos cinéticos se basan en ecuaciones matemáticas para modelar la pérdida de calidad durante el tiempo de almacenamiento y los métodos probabilísticos consisten en considerar la vida útil como una magnitud aleatoria y describir su comportamiento mediante un modelo probabilístico

Estudio Acelerado De Vida útil Un estudio acelerado consiste en someter al producto bajo condiciones extremas de almacenamiento, como temperatura,

presiones parciales de oxígeno o altos contenidos de humedad, que aceleran las velocidades de deterioro del alimento, resultando de esto un período de estudio menor al realizado bajo condiciones reales de almacenamiento (ASTM, 2011).

Esta metodología es de gran utilidad cuando se estudian productos no perecederos, ya que ayudan a reducir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación Giraldo, (1999), sin embargo, estos estudios se hacen menos factibles para productos no perecederos con una vida útil mayor a tres años (Labuza & Szybits, 2004).

Cinética y vida útil

Aplicando los principios cinéticos de química fundamental, la velocidad de cambio de la calidad de un alimento generalmente puede ser expresada como una función de la composición y de factores ambientales, representada en la ecuación (1):

$$dQ / dt = (C_i E_j) \quad (1)$$

Donde C_i son los factores de la composición, tales como, concentración de componentes de reactivos, catalizadores orgánicos, enzimas, inhibidores de la reacción, pH, actividad del agua o poblaciones microbianas; y E_j son los factores ambientales, como temperatura, humedad relativa, presión total y presión parcial de diferentes gases, luz y mecanismos de estrés (Saguy & Karel, 1980). Excluyendo el efecto de los factores ambientales E_j , asumiendo que estos permanecen constantes, la ecuación (1) se simplifica y expresa el cambio de la concentración de los constituyentes relacionados con la calidad del alimento, como función del tiempo (Rotstein & Singh, 1997).

Evaluación sensorial.

La evaluación sensorial de los alimentos constituye una de las importantes herramientas para el logro del mejor desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria. (Ureña, et al, 1999)

La evaluación sensorial es una disciplina, científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las características de los alimentos y materiales que son percibidos por los sentidos de las vistas, olfato y gusto. (Tarazona y D'Arrigo, 1997)

Las pruebas sensoriales empleadas para determinar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos alimenticios se conocen como pruebas orientadas al consumidor (Tarazona y D'Arrigo, 1997)

Apreciación Hedónica. Es usado para medir a que nivel de placer, y se determina a partir de cómo agrada o desagrada en una muestra poblacional de potenciales consumidores. Análisis como los de categorización cualitativa son utilizados para determinar la apreciación hedónica de una población. (Tarazona y D'Arrigo, 1997). Los valores obtenidos en las pruebas hedónicas son tratados como cualquier otro parámetro físico en consecuencia pueden ser graficados, promediados, sometidos a análisis estadísticos tipo, diagrama Pareto, análisis de varianza, análisis de regresión, etc.

2.3 Definición de términos básicos

Harinas

Las harinas son productos destinados al consumo humano que se obtienen por la molturación o molienda de granos completamente maduros sanos y limpios, exentos de impurezas y mohos (*COVENIN 1994*)

Gluten de trigo

El germen de trigo abarca el 2.5 – 3.5 % del grano. El germen está constituido por dos partes principales: el eje embrionario y el escutelo que tiene el papel de almacén. El germen es relativamente rico en proteínas (25%), azúcar (18%), aceite (16% del eje embrionario y 32% del escutelo es aceite) y cenizas (5%). No contiene almidón, pero es bastante rico en vitamina B además de muchas enzimas. Germen es muy rico en vitamina E (tocoferoles totales), con cifras que llegan a 500 ppm. Los azúcares son principalmente sacarosa y rafinosa. (Hoseney R. Carl. 1999)

Mejoradores

Los mejoradores son sustancias que ejercen alguna acción sobre la naturaleza y carácter del gluten o aumentar la producción de gas, hacen que la levadura se alimenten realizando una mejor fermentación.

Entre los mejoradores están:

- **Ácido ascórbico:** fortalece al gluten. Mejora la retención gaseosa y aumenta el volumen del pan.

- Sales de ácido láctico y esteárico: mejoradores de masa y anti endurecedor. Aumenta la retención de gas, disminuye el tiempo de fermentación, aumenta el volumen de la masa.

Saponinas.

Son glucósidos compuestos por azúcares y agliconas o sapogeninas, caracterizándose por su sabor fuertemente amargo y destacándose entre sus principales propiedades, la de disminuir la tensión superficial del agua, ocasionando la formación de abundante espuma en solución acuosa, inclusive en concentraciones muy diluidas; también el efecto hemolítico fuerte sobre los glóbulos rojos.

Características y usos de la saponina Saponina en Polvo Uso en Alimentos y bebidas
Características: surfactantes. Producción de espuma. Es un excelente producto emulsificante (Flores J, 2015)

Vida Útil de un Alimento

Es el periodo de tiempo contado a partir de la elaboración del alimento durante el cual conserva una calidad aceptable para su consumo. (AGQ Labs España Agroalimentaria)

La vida útil de un alimento representa el periodo de tiempo durante el cual el alimento en cuestión:

- Se mantiene apto para su consumo (seguro e inocuo).
- Mantiene las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente definidos como aceptables.

El objetivo principal de un estudio de vida útil es determinar el tiempo en el que un producto puede mantenerse sin sufrir algún cambio significativo en su calidad e inocuidad. Influyen diversos factores, ente los cuales destacamos:

- Propiedades y composición del alimento
- Procesos a los que se ve sometido
- Formato y envase en el cual se comercializa
- Condiciones de almacenamiento (temperatura, humedad, etc.).

Harina de trigo: La harina es el polvo que se obtiene de la molienda del grano de trigo maduro, entero o quebrado, limpio, sano y seco, en el que se elimina gran parte

de la cascarilla (salvado) y el germen. El resto se tritura hasta obtener un grano de finura adecuada.

La harina contiene entre un 65 y un 70% de almidones, pero su valor nutritivo fundamental está en su contenido, ya que tiene del 9 al 14% de proteínas; siendo las más importantes la gliadina y la gluteína, además de contener otros componentes como celulosa, grasos y azúcar. (CANIMOLT, 2018)

Harinas Sucedáneas.

Son los productos obtenidos de la molienda de cereales, tubérculos, raíces legumbres y otros que reúnan características apropiadas para ser utilizadas en el consumo humano. NTP 205.040: 2016 3ª Edición.

CAPITULO III

HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis General e hipótesis específicas

3.1.1 Hipótesis General

La determinación del tiempo de vida útil garantizará la calidad del pan elaborado con la mezcla óptima de harina de trigo, harina de quinua y harina de kiwicha

3.1.2 Hipótesis Específica

- Mediante pruebas experimentales se determinara la mezcla óptima de las diferentes harinas para la elaboración de pan.
- Mediante las pruebas de las propiedades físico-químicas, y microbiológicas se determinara la vida útil del pan
- Mediante los métodos sensoriales se podrá determinar la vida útil del pan

3.2 Definición conceptual de las variables

La investigación que se va desarrollar se caracteriza por ser longitudinal estudiando la variable a lo largo del tiempo establecido, por ser este el determinante en la relación causa efecto.

Por su naturaleza, todas las variables identificadas son del tipo cualitativa y cuantitativa. Por su dependencia X es dependiente, y las variables X_1 , X_2 , X_3 son independientes.

Es decir:

$$X = f(X_1, X_2, X_3)$$

X = Tiempo de vida útil del pan elaborado

X_1 = Mezcla óptima de las diferentes harinas para la elaboración de pan.

X_2 = Propiedades físico-químicas, y microbiológicas de producto elaborado

X_3 = Evaluación sensoriales, para determinar la vida útil del pan

3.3 Operacionalización de la variable

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADOR	INDICE	TECNICAS ESTADISTICAS	METODO
X= Tiempo de vida útil del pan elaborado	<ul style="list-style-type: none"> •Tiempo de vida útil del producto elaborado 	<ul style="list-style-type: none"> •Microorganismos presente en el producto. •Días 	<ul style="list-style-type: none"> •Mesófilos aerobios •Tiempo de vida útil 	<ul style="list-style-type: none"> • Estadística descriptiva • Estadística descriptiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuento en placas • Ecuación de Arrhenius
VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADOR	INDICE	TECNICAS ESTADIDTICAS	METODO
X ₁ = Mezcla óptima de las diferentes harinas para la elaboración de pan	<ul style="list-style-type: none"> •Porcentaje de preferencia a emplear 	<ul style="list-style-type: none"> • peso 	<ul style="list-style-type: none"> • % 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de mezclas del tipo "diseño experimental de mezcla de vértices en los extremos" 	<ul style="list-style-type: none"> • Método experimental de mezcla
X ₂ = Propiedades físico-químicas, y microbiológicas de producto elaborado	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del producto 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteínas • Humedad • Peso • Población microbiana 	<ul style="list-style-type: none"> • % • % • g • UFC/ml 	<ul style="list-style-type: none"> • Estadística descriptiva 	<ul style="list-style-type: none"> • KJELDAHL • Recuento de placas
X ₃ = Evaluación sensoriales, para determinar la vida útil del pan	<ul style="list-style-type: none"> • Característica sensoriales 	<ul style="list-style-type: none"> • Olor • Color • Sabor 	<ul style="list-style-type: none"> • % de aceptabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Estadística Descriptiva anova 	<ul style="list-style-type: none"> • Método hedónico

CAPITULO IV

DISEÑO METODOLOGÍA

4.1 Tipo y Diseño de la Investigación

4.1.1 Tipo de Investigación

La propuesta de investigación que se desarrollará, corresponde:

- a) **Por su finalidad** Es de tipo aplicada exploratorio, puesto que sirve para su aplicación a la práctica.
- b) **Por su diseño interpretativo** Es experimental porque permitirá manipular el factor causal para determinar el efecto deseado.
- c) **Por el énfasis de la naturaleza de los datos manejados** Es del tipo mixto porque las variables de la investigación son cuantitativas y cualitativas

4.1.2 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación está constituido por cuatro etapas.

La primera etapa de la investigación consistió en la revisión de la teoría vinculada a la variable de investigación, con el propósito de identificar algunos argumentos científicos, antecedentes de estudio y bases científicas, determinar la mezcla óptima con las diferentes harinas para la elaboración de pan y como determinar el tiempo de vida del pan

En la segunda etapa se procedió a realizar los análisis de laboratorio para conocer sus criterios vinculados a la variable de investigación

En la tercera etapa de investigación Se procedió a realizar las pruebas de laboratorio responsables de la generación del objeto de investigación, determinación del Tiempo de vida útil del pan elaborado

En la cuarta etapa de la investigación con la teoría y la información lograda tanto en la primera etapa como en la segunda etapa y tercera etapa se realizara un riguroso análisis de la información.

4.2 Método de investigación

El presente proyecto de investigación se realizara aplicando método científico, conformado por cuatro etapas

La investigación desarrollada, es de tipo experimental, aplicativo con enfoque cuantitativo, debido a que se ha recolectado datos experimentales en laboratorio.

4.3 Población y Muestra

La población está representada por los panes elaborados según la formulación se utilizará 4 bandejas de 20 unidades para cada una de las muestras (muestra blanco, y cada una de la formulaciones

La muestra que se tomará para cada una de las pruebas cinco panes para las pruebas físicas químicas y microbiológicas

4.4 Lugar de estudio

El presente trabajo de investigación se desarrollara en el laboratorio de alimentos y laboratorio de investigación, de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Las técnicas que utilizaron en el desarrollo de la investigación fueron:

4.5.1 Análisis de materia prima y producto elaborado

Los análisis que se realizaron a las materias primas y producto elaborado fueron: análisis proximal, y análisis microbiológico, con la finalidad de estandarizar el proceso y determinación de tiempo de vida

A.- Análisis proximal:

Humedad: Método AOAC 926.07. 2011, NTP 205.037: 1975 (revisado el 2016)

Cenizas: Método AOAC 923 0.3 20th Edición, NTP 205.038:1975 (revisado 2016)

Proteína: Método AOAC935.39, NT P 205.042:1975 (Revisado 2017)

Grasa: Método AOAC 963.22 2011.

Carbohidratos: Método por diferencia

Proteínas harinas sucedáneas, NTP 205.042:1976 (revisado 2017) 1º Edición.

B.- Análisis microbiológico: Mesófilos viables, hongos y levaduras

4.5.2 Análisis físicos y sensoriales del producto elaborado

- **Evaluaciones físicas del pan.** En este tipo de evaluación se efectuaron control de peso y pH
- **Evaluación sensorial de producto elaborado.** Para el análisis sensorial los datos se obtendrán según el test sensorial de grado de satisfacción.

4.5.3 Análisis estadístico

El programa estadística que se ha utilizado para la valuación de las diversas variables de la investigación fue el MINITAB 19

4.5.4 Diseño de mezcla porcentaje de sustitución

Para la elaboración del pan es necesario obtener la mezcla de harinas con alto contenido nutricional. Según Cepeda. R. (2006), los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harinas sucedáneas no debe ser mayor a 30 %, debido a que las harinas sucedáneas por lo general no poseen gluten que es el elemento principal para mantener su estabilidad al momento de su panificación. (Sanez L. 2018)

Las harinas sucedáneas que se utilizaron para realizar la mezcla: harina de trigo (X_1) harina quinua (X_2) y harina kiwicha (X_3)

Se ensayaron mezclas a diferentes niveles de sustitución parcial de harina de trigo por harinas sucedáneas todas referidas en porcentaje, que fueron determinados por el diseño experimental de mezclas.

4.5.5 Determinación de la vida útil los panes elaborados se almacenaron en bolsas de papel para luego evaluar las características principales y determinar la vida útil

Evaluación de la vida útil.

La evaluación de los panes se realizó cada día, hasta 04 días y por duplicado.

Las muestras se almacenaron en bolsa de papel a temperatura ambiente.

Las actividades realizadas en laboratorio se muestran en la tabla 12

4.6 Análisis y procedimientos de datos

4.6.1 Métodos de análisis

➤ Análisis proximal de las harinas.

Las harinas de trigo, quinua y kiwicha fueron sometidas a un análisis de contenido de humedad, proteína, fibra, cenizas, grasa y carbohidratos, según los métodos recomendados por AOAC.

Tabla 12
Actividades realizadas en laboratorio

Actividades	Pan Elaborado			
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
Mohos y Levaduras (ufc/g)	X	X	X	X
Mesofilo Totales (ufc/g)	X	X	X	X
Humedad %	X	X	X	X
Evaluación Sensorial	X			x
Índice peróxido	X	X	X	X

Humedad: Método AOAC 926.07. 2011, NTP 205.037:1975 (revisado el 2016)

Cenizas: Método AOAC 923 0.3 2016, NTP 205.038:1975 (revisado 2016)

Proteína: Método AOAC935.39, 2011, NTP 205.042:1976 (revisada 2017)

Grasa: Método AOAC 963.22 2011.

Carbohidratos: Método por diferencia

Proteínas harinas sucedáneas, NTP 205.042:1976 (revisado 2017) 1° Ed.

➤ Análisis químico

Humedad. La humedad se determinó en balanza de humedad, se utilizó un gramo de muestra a 110 °C.

Proteína. La proteína se determinó por el método kjeldahl. y para valorar el contenido de nitrógeno amínico presente en la muestra se utiliza el factor de conversión N x 6.25

Cenizas. Se utilizó una mufla, hasta obtener residuos grises o blancos, lo que indica total calcinación, según la metodología AOAC.

$$\% \text{ ceniza} = \frac{\text{peso de ceniza}}{\text{peso de muestra}} 100$$

Grasa. Se determinó siguiendo la metodología AOAC por el método Soxhlet.

$$\% \text{ grasa} = \frac{\text{peso de matraz (grasa)} - \text{peso matraz vacío}}{\text{peso de muestra}} 100$$

Fibra Cruda. La fibra cruda se determinó siguiendo la metodología AOAC por hidrólisis, ácido alcalino y se realizó los cálculos con la siguiente fórmula

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{P_1 - P_2}{\text{peso de muestra}} 100$$

Carbohidratos. Se determinó por diferencia.

$$\% \text{ carbohidrato} = 100 - (\% \text{ Ceniza} + \% \text{ fibra} + \% \text{ grasa} + \% \text{ proteína})$$

pH

El pH o potencial de hidrogeno Se mide con un pH-metro. El pH del pan se encuentra en el rango de 5.00 a 5.50

➤ **Análisis microbiológico**

Los análisis microbiológicos realizados a las materias primas según lo estipulado por MINSA/DIGESA-V.01. Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano, las harinas deben de hacerse los siguientes análisis microbiológicos con los rangos mínimos y máximos.

Tabla 13

Normas sanitarias microbiológicas para harinas

Microorganismo	Limite por gramo (ufc/g)	
	Mínimo	máximo
Mohos y levaduras	10 ⁴	10 ⁵
Mesófilos totales	10	10 ²

MINSA Resolución Ministerial 2007 citado por Sanz F (2018)

Mesófilos aerobios viables. El método empleado es el de recuento en placa por siembra de gotas en superficie hasta formar las colonias de bacterias viables que hay una muestra, UFC/ml

Los aerobios son bacterias que se desarrollan en presencia de oxígeno libre. El pH óptimo de desarrolla esta entre 6.5 y 7.5, se empleó método de la AOAC 989.10

Mohos. Se empleado método de recuento de mohos por siembra en placa en todo el medio. Según el método ISO 7954:1982, AOAC 20th Edition, 2016. 997.02 Yeast and Mold Counts in Foods.

Induce de peróxido Se determine Mediante el method AOAC, 1999, al 1, 2, 3 y 4 días

➤ **Evaluación sensorial del pan elaborado**

La evaluación sensorial del pan elaborado se determinó con un equipo de 30 personas de ambos sexos no entrenados. Se utilizó el método hedónica, donde las categorías fueron definidas por números según lo recomendado por (Anzaldúa, 1994)

- (1 Puntos) Me disgusta mucho
- (2 Puntos) Me disgusta ligeramente
- (3 Puntos) No me gusta ni me disgusta
- (4 Puntos) Me gusta ligeramente
- (5 Puntos) Me gusta mucho

Para determinar la aceptabilidad se calificaran los atributos de sabor, olor, textura y color. El análisis sensorial se realizó según la ficha de evaluación organoléptica, los cuales procesados estadísticamente. (Sanez F 2018)

Propiedades sensoriales:

Para la evaluación sensorial se utilizó el método hedónico, cuya escala numérica de puntuación es de 1 a 5 puntos según lo recomendado por Anzaldúa, (1994) indicando el grado de satisfacción, para cada uno de los atributos: color, olor, sabor y textura, siendo las alternativas de respuesta las siguientes: "Me gusta mucho" (5 puntos), "me gusta ligeramente" (4 puntos). "no me gusta ni me disgusta" (3 puntos), "me disgusta ligeramente" (2 puntos) y "me disgusta mucho" (1 punto). La ficha de encuesta de degustación para valorar las propiedades sensoriales se muestran en el (Anexo 2)

Para esta prueba se contó con el apoyo de 30 personas no entrenados entre estudiantes y 20 a 26 años y personal docente y administrativo de 26 a 50 años de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao. Los panes se cortaron y pesaron cada muestra (15 g) para la degustación de los panelistas. Se

entregó una hoja de encuesta (Anexo 2). Los resultados fueron procesados estadísticamente y validados. (Sanez, 2018)

4.6.2 Metodología Experimental

La metodología para el tratamiento de la materia prima, efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por las harinas de quinua y kiwicha, y el proceso de elaboración de los panes para luego evaluarlas.

Para el procesamiento de los datos resultados de las pruebas experimentales, se utilizó el software Minitab. 19

4.6.3 Diseño experimental

Diseño de mezcla porcentaje de sustitución

Para la ejecución de la parte experimental, lo más relevante es obtener la mezcla de harinas con el que se puede elaborar un pan de alto contenido nutricional.

Diseño experimental

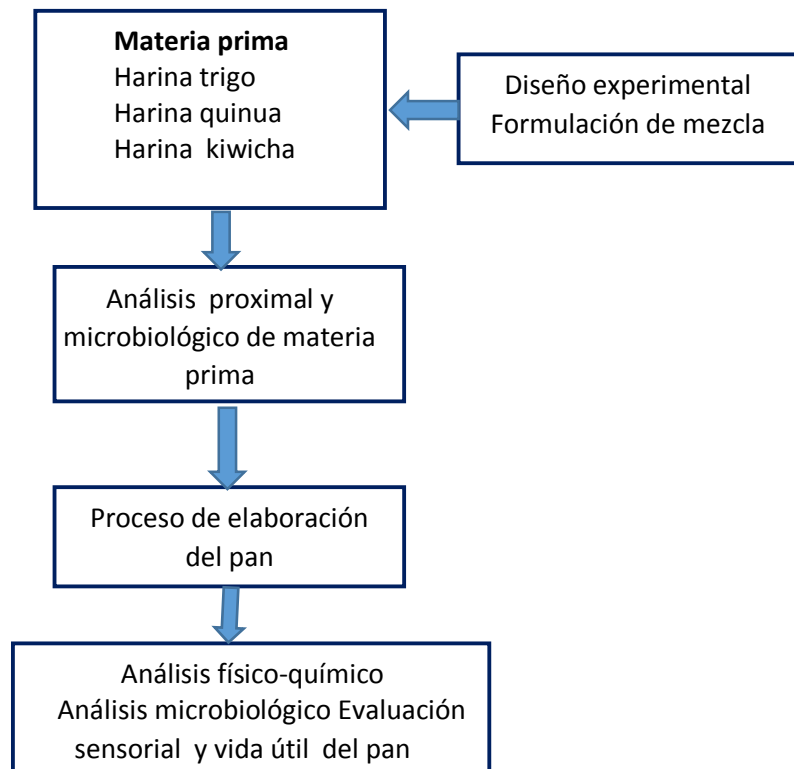


Figura 4 Metodología experimental

Según Cepeda. R. 2006, los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harinas sucedáneas no debe ser mayor a 30 %, debido a que las harinas sucedáneas por lo general no poseen gluten que es el elemento principal para mantener su estabilidad al momento de su panificación. Las harinas sucedáneas que se utilizaron para realizar la mezcla fueron: y harina de trigo (X_1), harina quinua (X_2), harina de kiwicha (X_3). Para la sustitución de la harina de trigo por la harina de quinua y kiwicha se tuvo la siguiente restricción de sustitución entre 5% hasta 25% y la harina de trigo, entre 70% a 90%

Se ensayaron mezclas a diferentes niveles de sustitución parcial de harina de trigo por harinas sucedáneas todas referidas en porcentaje. (Tabla 14), Se utilizó el diseño de mezclas del tipo de el “diseño experimental de mezcla de vértices en los extremos” empleando el programa Minitab, así mismo nos permitió evaluar todas las variables planteadas.

Las harinas que se utilizaran en la mezcla fueron: Harina de trigo (X_1), Harina de quinua (X_2), Harina de kiwicha (X_3)

Restricción de la sustitución entre 5% hasta 25% y la harina de trigo, entre 70% a 90%

Tipo de Harina	Restricción %
Harina de trigo	$70 \leq X_1 \leq 90$
Harina de quinua	$5 \leq X_2 \leq 20$
Harina de kiwicha	$5 \leq X_3 \leq 25$

Tabla 14
Porcentaje de sustitución de harina de trigo por harinas sucedáneas

Prueba	% Harina trigo (X_1)	% Harina quinua(X_2)	% Harina kiwicha (X_3)
P ₀	100	0	0
P ₁	70.00	25.00	5.00
P ₂	70.00	22.00	8.00
P ₃	71.80	11.40	16.80
P ₄	72.80	8.80	18.20
P ₅	82.90	5.00	12.10
P ₆	80.20	8.40	12.40
P ₇	80.20	8.40	12.40
P ₈	80.20	8.40	12.40
P ₉	85.00	12.50	12.50

Pruebas experimentes FIQ UNAC

Factores en estudio. Se considera la variable independiente las harinas de distintos niveles en la mezcla siendo estas: Harina de trigo, harina de quinua y harina de kiwicha. Para la evaluación del tiempo de vida del pan se considera como factor de estudio el tiempo expresado en días

Variable respuesta.

Características físicas químicas, sensoriales y Análisis proximal

Vida útil: carga microbiana, sensoriales, índice de peróxido (meq/Kg), % humedad.

4.6.4 Formulación para la elaboración de los panes

En la Tabla 14 se muestra la formulación en porcentajes de cada uno de las harinas, para la preparación de las mezclas según el diseño experimental de mezcla y la Tabla 15 contiene la formulación con la que se procedió a realizar la elaboración de panes.

Tabla 15
Formulación para la elaboración de los panes

Insumos	Cantidades %
Mezcla de harina	100
Levadura fresca	3
Manteca	7
Mejorador	0.4 g/Kg harina
Sal	1.5
Azúcar	7
Agua	60

Pruebas experimentales FIQ UNAC

4.6.5 Proceso de elaboración de pan.

Según las normas técnicas peruanas se procedió a la elaboración del pan **Pesado:** Esta operación se realizó lo más exacto posible de acuerdo con las cantidades establecidas en la formulación.

➤ **Mezcla y amasado:** Se mezcla todos los insumos secos y luego se agrega el agua, levadura, sal y se siguió mezclando, aproximadamente por 10 a 12 minutos

con la finalidad de la distribución homogénea de los insumos y un adecuado desarrollo del gluten, dando como resultado a una masa panaria.

➤ **Me**La temperatura de masa debe estar entre 23 y 26 °C y al final se obtiene una masa con distintas características plásticas, es decir, las masa pueden ser tenaces, elásticas o extensibles. (Gimeno *MONTOYA*, 2013).



Figura 5 Mezcladora amasadora

➤ **División o corte:** Para la división de la masa se utilizó una maquina llamada cortadora divisora, para obtener un peso similar en cada pan se debe tener en cuenta la pérdida de peso de la masa por deshidratación.



Figura 6 Divisora o cortadora

➤ **Boleado:** consiste en producir una capa seca para que en la etapa del formado, sea suave y no produzca desgasificación. Las piezas de masa deben tener cierta flexibilidad, para permitir el formado, y deben presentar un cierre en la parte inferior lo suficientemente hermético para evitar pérdidas de gas durante la fermentación.

➤ **Formado:** En el formado de las piezas, se realizó en formatos más comunes redondo aplanado. Se debe realizar de manera suave para no causar daños a la masa.



Figura 7 Proceso de fermentación
Pruebas experimentes FIQ UNAC

➤ **Fermentación:** Los panes se colocan la cabina de fermentación donde creció aproximadamente el doble de su tamaño a una temperatura de 30-35°C y una humedad entre 80 -85 %

Para que el proceso de fermentación se desarrolle correctamente es necesario que el pH de la masa se encuentre entre 5,2 y 5,8 mientras que la temperatura debe oscilar entre 28 y 29°C, las levaduras muestran su mayor actividad a temperaturas entre 35 y 40°C. (Gimeno Montoya, 2013 citado por (Sanez 2018).

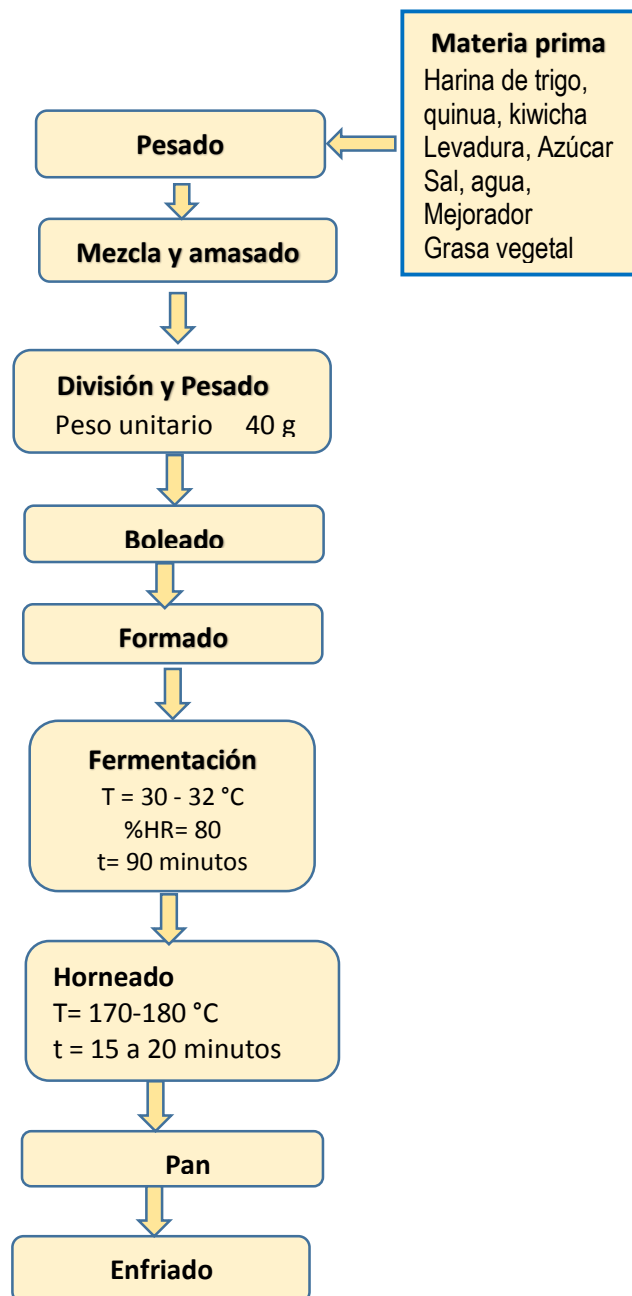


Figura 8 Diagrama de bloques procesamiento del pan
Pruebas experimentales FIQ UNAC

- **Horneado:** Este proceso se llevó a cabo en un horno marca Nova a una temperatura de 170 a 180 °C por un tiempo aproximado de 12 a 18 minutos, y posteriormente se saca para el enfriamiento.
- **Enfriamiento:** El pan elaborado se enfrió a temperatura ambiente en la mesa de trabajo. Figura 9



Figura 9 Enfriamiento del pan elaborado
Pruebas experimentales FIQ UNAC

4.6.6 Procesamiento de datos

Para el procesamiento de los datos se emplearon métodos estadísticos con Minitab 19, método de análisis Pareto para determinar si existen diferencias significativas en la escala hedónica en las formulaciones preparadas y la calificación individual de c/u de los panes elaborados.

4.6.7 Evaluación sensorial del producto elaborado

Par a determinar la aceptabilidad del producto se realizó los análisis sobre el sabor, color, olor y textura. Se empleó el método de Teixeira. et, al (1999), escala edénica con puntaje de 1 a 5 puntos. Los panelista evaluadores no entrenados fueron 30 personas.

4.6.8 Almacenamiento del pan elaborado

El pan elaborado con la mejor mezcla y con características organolépticas aceptable, se almacenaron a temperatura ambiente por 4 días, a los cuales se les realizó los análisis microbiológicos, peso, índice de peróxido y sensoriales

El análisis microbiológico se determinó por el método de la Comisión Internacional de Microbiología de alimentos (ICMSF) y de acuerdo a la NTTS 071-2008, “Criterios microbiológico de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”, en el que se indican los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o procesados para ser considerados aptos para el consumo humano. (Nivel máximo permisible de mohos es de 10^6 ufc/g)

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

Análisis físico químico de la harina de trigo, harina de quinua y harina kiwicha

En la tabla 16 se muestra el análisis proximal de las materias primas utilizadas en la investigación dichos análisis es el promedio de tres pruebas experimentales y en el tabla 17 se detalla el Análisis microbiológico de la harina de trigo, quinua y kiwicha

Tabla 16
Análisis proximal de la harina de trigo, quinua y kiwicha

Componentes (%)	Trigo	Quinua	Kiwicha
Humedad	11.95	12.2	13.2
Proteína	9.90	13.7	12.8
Grasa	1.6	3.2	3.1
Ceniza	1.95	2.2	1.2
Fibra cruda	1.4	1.5	1.2
Carbohidrato	73.2	67.2	68.7

Pruebas experimentes FIQ UNAC

Análisis microbiológico de la harina de trigo, quinua y kiwicha

En la Tabla 17 se muestra el Análisis microbiológico de la harina de trigo, quinua y kiwicha

Tabla 17
Análisis microbiológico de la harina de trigo, quinua y kiwicha

Componentes (%)	Trigo	Quinua	Kiwicha
Mohos y levaduras (UFC/g)	10×10^2	11×10^2	11×10^2
Mesofilos totales aerobios (UFC/g)	12×10^3	12×10^3	12×10^3

Pruebas experimentes FIQ UNAC

En la tabla 18 se encuentra el reporte del análisis proximal de la mezcla de las harinas según el diseño experimental de mezcla de vértices extremos

Tabla 18

Contenido de análisis proximal de la mezcla de harinas según el diseño experimental de mezcla (g/100g muestra)

Prueba	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	Fibra	Carbohidratos
P ₀	12.48	10.78	1.70	1.03	1.70	72.40
P ₁	12.10	14.25	2.16	1.33	2.19	67.97
P ₂	12.27	14.85	2.12	1.47	2.75	66.44
P ₃	11.18	13.10	2.40	1.45	2.41	69.46
P ₄	11.98	15.27	2.09	1.20	2.51	66.84
P ₅	11.75	12.85	2.15	1.39	2.37	69.49
P ₆	12.14	12.78	2.12	1.40	2.61	68.95
P ₇	12.11	14.01	2.16	1.63	2.15	67.94
P ₈	11.82	13.01	2.26	1.60	2.47	68.84
P ₉	11.79	12.01	2.11	1.49	2.46	70.14

Pruebas experimentales FIQ UNAC

Panes elaborados según el diseño experimental de mezcla

Los panes elaborados según el diseño experimental se muestran en la figura 10, se elaboraron siguiendo el diagrama de proceso descrito en la figura 8



Figura. 10 Panes elaborados según el diseño experimental de mezcla
Pruebas experimentales FIQ UNAC

En la tabla 19 se muestra el análisis proximal del pan elaborado con las nueve pruebas de mezclas de harinas, con el objetivo de identificar la prueba con mayor % de proteína

Evaluación sensorial

En la evaluación sensorial del pan elaborado se calificaron olor, sabor, color, textura y se realizó con 30 jueces no entrenados, con la prueba de escala hedónica de 1 a 5 para apreciar cada uno de los atributos. (Anzaldúa 1994), posteriormente procesado estadísticamente para establecer cuál de los tratamientos tiene mayor aceptación.

Tabla 19

Análisis proximal del pan elaborado según el diseño experimental de mezcla (g/100g muestra)

Prueba	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	Fibra	Carbohidratos
P ₀	25.99	9.14	6.89	3.78	0.75	53.45
P ₁	25.43	12.85	9.44	5.74	0.72	45.82
P ₂	25.20	13.42	8.22	5.15	0.88	47.13
P ₃	24.98	11.44	7.46	5.61	0.89	53.02
P ₄	25.43	14.68	6.13	3.18	0.97	49.61
P ₅	25.23	12.19	6.48	3.79	0.89	51.42
P ₆	25.28	11.89	6.37	3.29	0.86	52.31
P ₇	25.22	12.99	5.98	4.79	0.98	50.04
P ₈	25.20	11.76	6.26	3.55	0.96	52.27
P ₉	25.27	12.97	5.96	4.81	0.98	50.01

Pruebas experimentales FIQ UNAC

Según Anzaldúa-Morales (1994), si $F < F_t$; no hay efecto significativo sobre los resultados, y si es mayor o igual si existe diferencia significativa; en este caso, puede obtenerse la diferencia mínima significativa por medio de la prueba de Pareto. En la tabla 20 se encuentra los promedios de atributos de la evaluación sensorial prueba escala edénica.

El color es un atributo importante en la evaluación sensorial, puesto que es la característica que define la aceptación o rechazo del producto, por lo tanto el color debe ser uniforme, de color dorado no color marrón oscuro o quemado.

Tabla 20

Promedio de atributos de la evaluación sensorial prueba escala hedónica

Prueba	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad
Po	4,80	4,3	4,60	4,60	4,70
P1	6.00	3,8	4.60	3.83	3,30
P2	5.98	3,1	6.00	3.47	3,30
P3	5.99	4,1	6.0	3.90	4,20
P4	6.00	4,6	8.40	4.30	4,30
P5	6.00	3,8	6.40	3,80	3.90
P6	5.89	3,5	6.00	3,37	3,60
P7	5.79	3,5	6.00	3,80	3,60
P8	6.00	3,8	6.40	3,80	3.90
P9	5.98	3,1	6.00	3.47	3,30

Pruebas experimentales FIQ UNAC

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto consiste en graficar en orden decreciente de importancia. La longitud de cada barra es proporcional al efecto estandarizado, el cual es el efecto estimado dividido entre su error estándar. En el anexo N° 4 se muestra el diagrama de Pareto y normalidad de la evaluación sensorial de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad del pan elaborado

Evaluación de contenido proteico del pan elaborado

En la tabla 21 se observa el contenido de proteína y humedad del pan elaborado a diferentes formulaciones según el modelo estadístico de mezclas

Tabla 21

Contenido de proteína y humedad de pan elaborado

Prueba	Humedad	Proteína
P _o	25.99	9.14
P ₁	25.43	12.85
P ₂	25.20	13.42
P ₃	24.98	11.44
P ₄	25.43	14.68
P ₅	25.23	12.19
P ₆	25.28	11.89
P ₇	25.22	12.99
P ₈	25.20	11.76
P ₉	25.27	12.97

Pruebas experimentales FIQ UNAC



Figura 11. Pan elaborado con la mezcla óptima de harinas según método estadístico
Pruebas experimentales FIQ UNAC

5.2 Resultados inferenciales

En la tabla 19 se encuentra los resultados de los análisis microbiológicos, índice de peróxido y pesos del pan con la mezcla adecuada de las harinas según la regla de mezcla de puntos extremos utilizada y almacenadas en condiciones ambientales

Tabla 22

Análisis físico químico y microbiológico del pan elaborado según el diseño experimental de mezcla de mayor aceptabilidad

Análisis	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
Mohos (ufc/g)	ausencia	< 10	< 10	< 10
Levaduras (ufc/g)	< 10 ²	< 10 ²	< 10 ²	< 10 ²
Mesofilos totales (ufc/g)	ausencia	< 10 ²	< 10	< 10
Índice peróxido (meq/Kg)	1.078	1.09	1.10	1.11
Peso (g)	41.80	41.73	41.52	41.51
Humedad (%)	23.26	23.22	23.10	23.10

Pruebas experimentales FIQ UNAC

5.3 Resultados estadísticos acuerdo al problema y la hipótesis

Los resultados de la evaluación estadística de la evaluación sensorial olor, sabor, color, textura y aceptabilidad, se ilustra en los anexos 4, 5, 6, 7, 8, 9, del mismo modo en el anexo 3 se muestra el análisis de varianza color sabor, olor, textura y aceptabilidad del pan elaborado

La figura 12 se ilustra la graficas de residuos para % proteínas, en la figura 13 muestra la gráfica de normalidad de contenido de proteína en el producto elaborado, en la figura 14 se ilustra la mezcla óptima según evaluación estadística.

En las figura 15, 16, 17, se muestran respectivamente el análisis de índice de peróxido, Pérdida de peso al transcurso del tiempo del pan elaborado, Pérdida de humedad al transcurso del tiempo del pan elaborado.

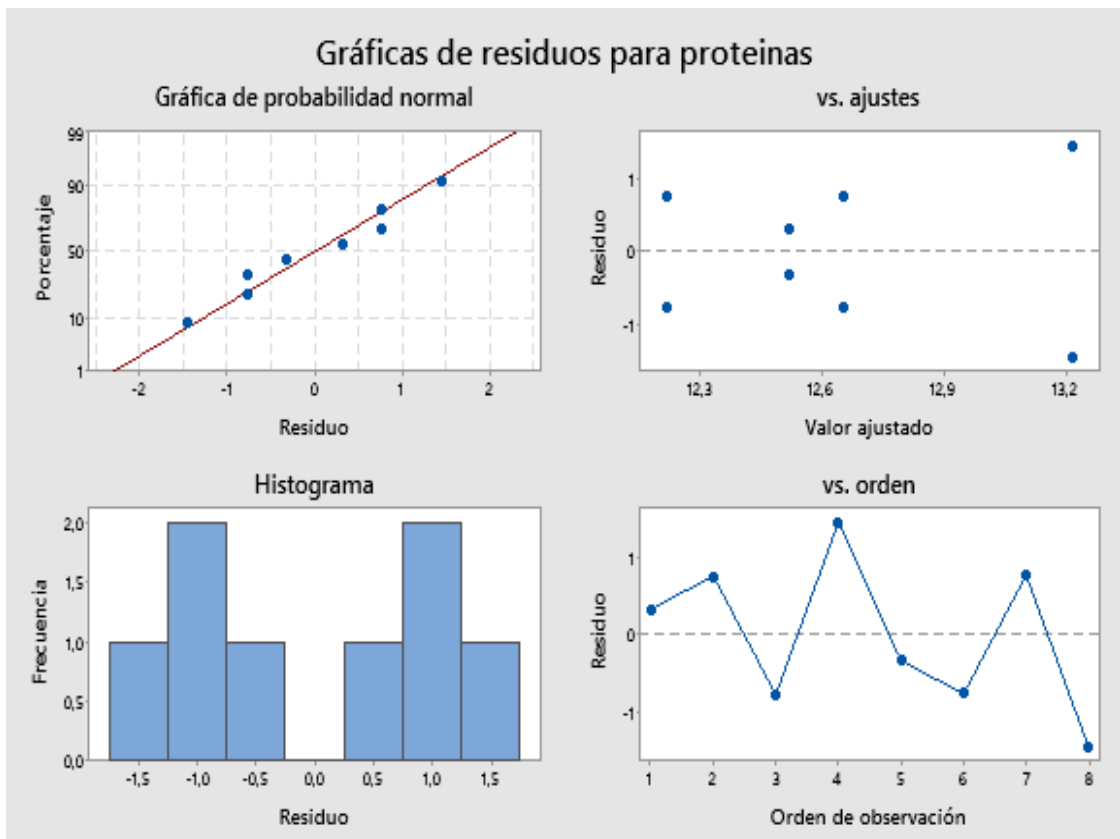


Figura 12 Graficas de residuos para % proteínas
Pruebas experimentales FIQ UNAC

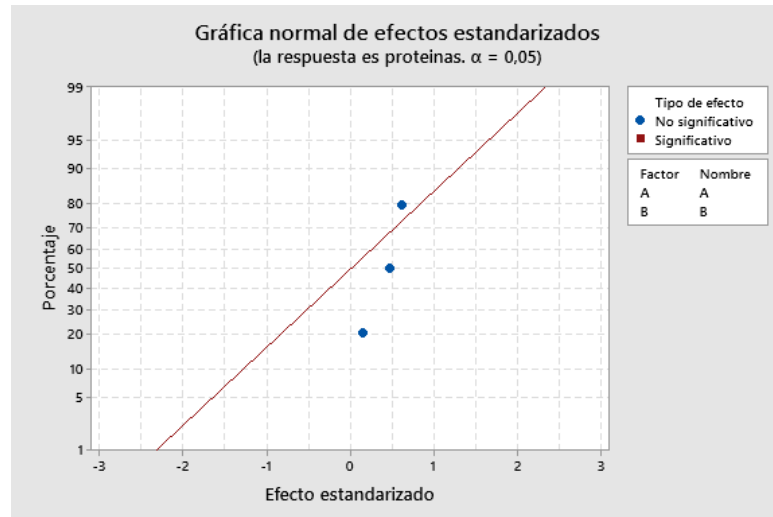


Figura 13 Graficas distribución normal de contenido de proteína
Pruebas experimentales FIQ UNAC

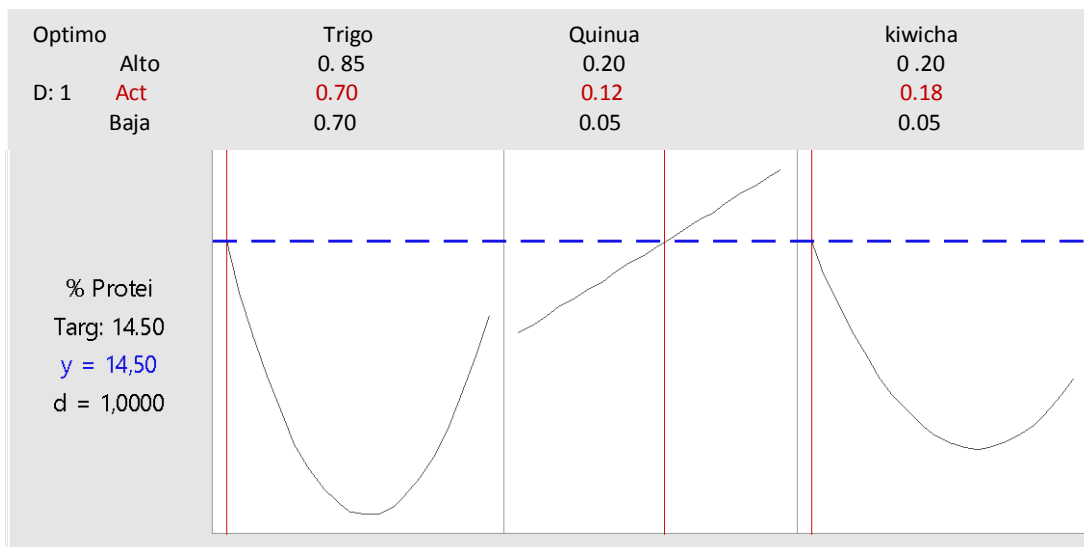


Figura 14 Mezcla óptima según evaluación estadística
Pruebas experimentales FIQ UNAC

Tabla 23

Mezcla óptima según evaluación estadística

	% Trigo	% Quinoa	% Kiwicha
Mezcla	70,00	13,35	5,00
Optima			
Proteína Optima	14.5%		

Pruebas experimentales FIQ UNAC

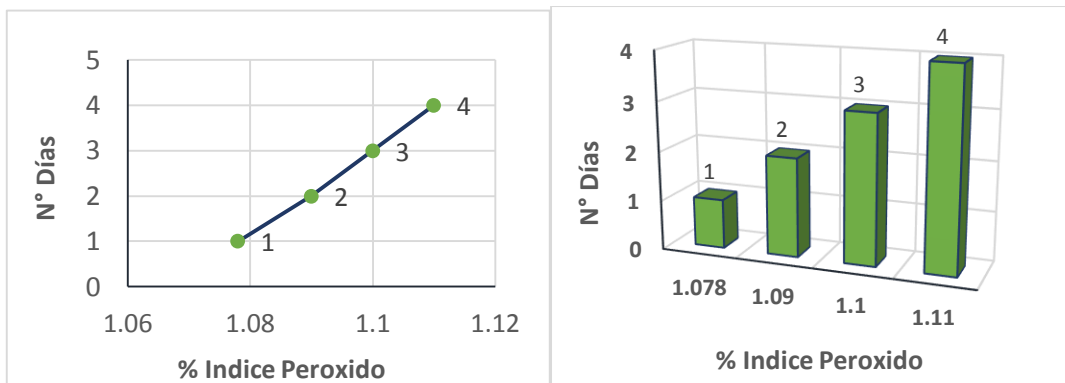


Figura 15. Análisis de índice de peróxido del pan elaborado
Pruebas experimentales FIQ UNAC

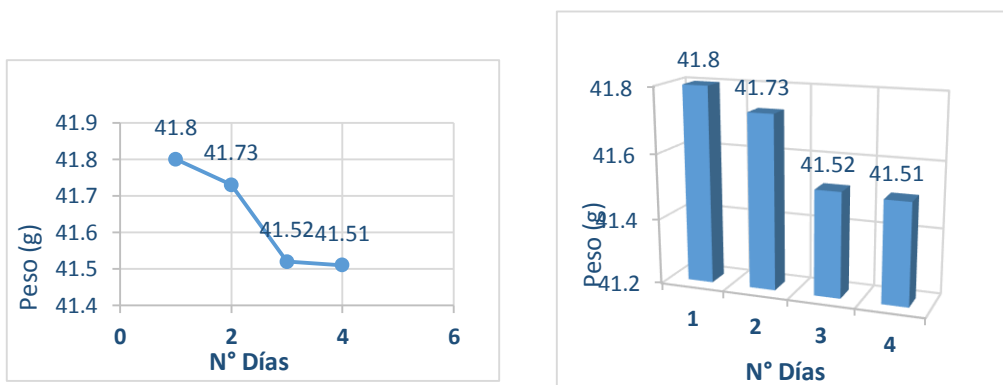


Figura 16. Pérdida de peso al transcurso del tiempo del pan elaborado
Pruebas experimentales FIQ UNAC

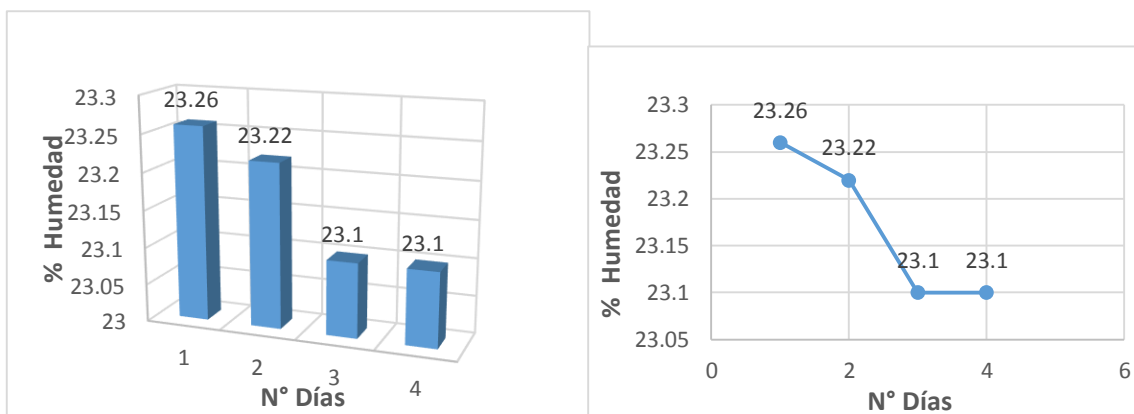


Figura 17. Pérdida de humedad al transcurso del tiempo del pan elaborado
Pruebas experimentales FIQ UNAC

CAPITULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación de la hipótesis

Hipótesis General

Con la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de quinua y kiwicha, se ensayaron mezclas a diferentes niveles de sustitución parcial todas referidas en porcentaje. Ver tabla 14. Se utilizó el diseño de mezclas del tipo “diseño experimental de mezcla de vértices en los extremos” empleando el programa MiniTab 19. Después de varias pruebas experimentales, se determinó una mezcla óptima de harinas y contenido proteico óptimo mediante evaluación estadística, como se ilustra en la figura 14, en la tabla 19 se muestra el análisis proximal del pan elaborado con la mezcla según el diseño experimental.

Para la determinación de la vida útil de los panes elaborados se almacenaron en bolsas de papel para luego evaluar las características principales y determinar la vida útil. La evaluación de los panes se realizó cada día, hasta 04 días por duplicado y a temperatura ambiente, las pruebas realizadas se muestran en la tabla 22

Hipótesis Específica

- El porcentaje de sustitución de la harina de trigo por la harina de quinua y kiwicha, se determinó mediante el diseño de mezcla de vértices extremos. En la tabla 14 se observa el porcentaje de sustitución de la harina de trigo por harina de quinua y kiwicha según los resultados la prueba 4 es la más aceptable.

En la tabla 16 se observa el análisis proximal de la harina de trigo, kiwicha y quinua, en la tabla 17 se muestra el análisis microbiológico cada una de las harinas y en tabla 18 se puede ver el análisis proximal de las mezclas de harinas según el diseño experimental de mezcla.

Con los datos de las pruebas experimentales se realizaron la evaluación estadística con el minitab 19 y se determinó la mezcla óptima con las diferentes harinas, con la que se elaboraron los panes para su evaluación correspondiente figura 14

- Los panes elaborados fueron sometido a análisis físico-químicas, y microbiológicas y se ilustran dichos resultados en la tabla 22 y las figuras 15, 16, 17.

Los panes fueron almacenados a temperatura ambiente y se puede observar la pérdida de peso es ligero, la disminuye de peso, de 41.80 gramos a 41.73 a gramos en el primer día y en los siguientes días hasta el cuarto día la disminución de peso son pequeños hasta después del cuarto día que se hace constante el peso.

Respecto al índice de peróxido se puede observar que según el transcurso del tiempo de almacenamiento aumento su contenido por acción del oxígeno sobre la grasa que contiene el producto der tabla 22

La presencia de microorganismos durante el almacenamiento a temperatura ambiente hasta el cuarto día se encuentra ausencia de mohos (ufc/g) y de la misma manera la presencia de levaduras es menor a 10^2 ufc/g en pan seco. Según las Normas técnicas Sanitarias (NTS-071), estipula que los productos de panificación deben de tener menor a 10^6 ufc/g, considerándose un alimento inocuo libre de contaminación y apto para el consumo humano.

- El pan elaborado se sometió a una evaluación sensorial utilizando el minitab 19 cuyos resultados se observan en la tabla 29 y los anexos 3, 4, 5, 6, 7, 8 de los cuales se deduce que: en la evaluación de sabor, las pruebas 1, 5, 7 son la más significativas, en la evaluación de color, la prueba 1, 7, 8, 9 son significativas; en la evaluación de olor las pruebas 1, 5, 9 son significativas; respecto a la textura las pruebas 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 son significativas; en la evaluación de aceptabilidad, las pruebas 1, 5, 6 son las más significativas, según el diagrama de Pareto y grafica de normalidad.

- Para la evaluación de la vida útil del pan elaborado con la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de quinua y kiwicha, en función al análisis del índice de peróxido se presenta en la tabla 22 y la figura 15. donde se muestra meq /Kg, al cuarto día como buen producto, según la FAOUNUOMS (1999) indica que el índice de peróxidos debe ser < 10 meq/Kg de grasa son aceptables, los valores de peróxidos analizados en las pruebas se encuentran dentro de los parámetros estipulados.

Según la evaluación sensorial realizados anexos 3, 4, 5, 6, 7, 8 se deducen que la vida útil del pan con condiciones de aceptabilidad para el consumo fue de cuatro días por perder humedad y desde el punto de vista de textura y dureza, ya no es muy aceptable para su consumo.

Según el análisis de varianza para el sabor anexo 5 no existe diferencia significativa estadísticamente entre los panelistas y según Pareto no son significativas las pruebas 3, 5, 6, 8, 9.

Según el análisis de varianza para el olor, en muy significativo y según Pareto anexo 7 para las pruebas 1, 3, 4, 9 son significativas.

Según el análisis de varianza para el color, es no significativo y según Pareto anexo para las pruebas 7, 8 son significativas

Según el análisis de varianza para el textura, en muy significativo y según Pareto para las pruebas 1, 6, 8 son significativas

6.2 Contrastación de la hipótesis con estudios similares

En la tabla 16 se ilustra el análisis proximal de cada una de las harinas que se utilizó en las pruebas experimentales. El porcentaje de humedad de la harina de trigo fue de 11.95%, harina de quinua de 12.2 % y harina de kiwicha 13.2 %, y en las mezclas de las harinas ver tabla 18, el contenido de humedad de las mezclas de harinas fluctúan 11.18% a 12.48% los cuales se encuentran por debajo de 15% límite máximo recomendado por las Normas técnicas Peruanas NTP.

El contenido de proteína de las harinas que se muestran en el la tabla 16 poseen valores similares a lo reportado por Collazos et al., (1993).

La sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y kiwicha muestra el incremento en el contenido proteico.

La mezcla de las harinas se realizó, teniendo en cuenta lo estipulado por Cepeda. R. 2006, sobre los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harinas sucedáneas no debe ser mayor a 30 %, debido a que las harinas sucedáneas por lo general no poseen gluten que es el elemento principal para mantener su estabilidad al momento de su panificación. Las harinas sucedáneas que se utilizaron para realizar la mezcla fueron: y harina de trigo (X_1), harina quinua (X_2), harina de

kiwicha (X_3). Para determinar el % de las harinas se utilizó el diseño de mezclas del tipo de “diseño experimental de mezcla de vértices en los extremos” empleando el programa MiniTab 19, así mismo nos permitió evaluar todas las variables planteadas. (Sanez, 2018)

En la tabla 18 se muestra el contenido de proteína en cada una de las pruebas, concentrándose en el rango de 12.78% a 15.27% y el valor más alto es de la prueba P_4 que corresponde a 8.80% de quinua, 18.20 % de kiwicha. Comparando estos resultados con los reportados por Olga R. Zumarán Alayo, Lucy A. Yglesias Alva 2013, quienes reemplazaron harina de trigo por harina de esparrago, kiwicha y obtuvieron un pan con contenido máximo de 12.5% de proteína. Así mismo modo Cosinga Cutti Lucho (2016) mezcló harinas de arracacha, quinua y trigo, reportando un contenido de proteína que es semejante al obtenido en presente trabajo

En la tabla 17 se observa el análisis microbiológico de la harina de trigo, quinua y kiwicha los cuales se encuentran en los límites permisibles establecidos en la R.M N° 1020-2010-MINSA "Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería"

Con las diferente formulaciones según el modelo estadístico de mezclas se analizaron el contenido de proteínas y de humedad, de la mezcla de harinas que se encuentra en la tabla 18 donde se observar, que a prueba P_0 es la muestra blanco y la prueba P_4 tiene el valor más alto 14.27 % de proteína y 12,09 % de humedad, con la mezcla de harina trigo 72,80%, harina de quinua 8.80% y 18.20 % harina kiwicha, y el P_9 tiene menor valor de proteína 12.01% y 11.79% de humedad con una mezcla de 12.01% harina quinua, 12.50 % harina kiwicha, 85 % de harina de trigo, estos resultados son superiores a los reportados por Mendoza Diana y Palacios F. (2013).

En la figura 12 gráficas de residuo para la proteína se puede observar que los datos en la gráfica de probabilidad normal nos muestra una distribución normal. En el histograma de los residuos se muestra que los datos son asimétricos. En la gráfica residuos vs. Ajustes se comprueba de que los residuos tienen una varianza

constante. Y en el residuos vs. Orden de los datos se comprueba el supuesto de que los residuos están correlacionados entre sí.

En la tabla 22 se encuentra los análisis microbiológicos del pan elaborado, se puede observar la ausencia de mohos en (ufc/g), con respecto a contenido de levaduras es menor a 10^2 ufc/g de pan elaborado con trigo, quinua, kiwicha. Según la Norma Técnica Sanitaria (NTS-071), indica que los productos de panificación y galletas deben tener valores inferiores a 10^6 UFC/g, para ser un producto inocuo y libre de contaminación y apto para el consumo humano.

Sobre la evaluación sensorial realizado por los panelistas, se muestra en la tabla 20 el promedio de atributos de la evaluación sensorial prueba escala hedónica, y los anexos 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, donde se puede observar en el diagrama de Pareto los atributos color, olor, sabor y textura y luego de la evaluación de los resultados se deduce que,

Según el análisis de varianza para el sabor anexo 5 no existe diferencia significativa estadísticamente entre los panelistas y según Pareto no son significativos las pruebas 3, 5, 6, 8, 9.

Según el análisis de varianza para el olor, en muy significativo y según Pareto anexo 7 para las pruebas 1, 3, 4, 9 son significativas.

Según el análisis de varianza para el color, es no significativo y según Pareto anexo para las pruebas 7, 8 son significativas

Según el análisis de varianza para el textura, en muy significativo y según Pareto para las pruebas 1, 6, 8 son significativas

Las pruebas de preferencia y aceptabilidad de los panelista. Muestra que la prueba 4 es la más aceptable dicha evaluación sensorial es muy próxima a la prueba blanco. Se puede concluir que la prueba cuatro, es la de mayor preferencia, aceptabilidad y además el mayor contenido proteico.

En los panes elaborados se observa que no tuvieron el volumen esperado debido al incremento de proteínas en su composición por lo que disminuye la actividad del gluten; reduciendo la fortaleza de su estructura. Mamani (2005) sostiene que la disminución del volumen del pan se debió al incremento de sustitución con la harina de maca y habas, en la elaboración del pan, en tal sentido el incremento de proteínas en su composición que disminuye la actividad del gluten. Así mismo Zumaran

Alayo Olga (2015), en su estudio de elaboración de pan con harina de peladilla de esparrago, harina de kiwicha, disminuyo el volumen específico en función del porcentaje de sustitución de la harina de trigo.

Sobre la vida útil del producto elaborado, se realizó la prueba de índice de peróxido por día de almacenamiento, presento al cuarto día 1.11 meq/kg y el quinto día permaneció constante, según la FAO/UNU/OMS (1999) indican que un índice de peróxido < a 10 meq/kg de grasa son aceptables, por lo tanto los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros estipulados. Asimismo Núñez y Chumbiray (1991) Manifiesta que la disponibilidad de oxígeno es un factor determinante que efecto al producto durante el almacenamiento, por lo que se tiene en cuenta como un factor para determinar la vida útil del pan

El análisis microbiológico del producto elaborado almacenado a temperatura ambiente ver tabla 22, se observa que al cuarto día el recuento de mohos en ufc/g y número de levaduras es < a 10^2 ufc/g según las Normas Técnicas Sanitarias (NTA-071) donde establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano en el ítem V.4; indica que los alimentos de panificación, galletas, pastas masas... Deben de tener valores < a 10^4 ufc/g, se deduce que el producto se considera inocuo y libre de contaminantes y apto para el consumo humano.

Desde el punto de vista de análisis sensorial el sabor mantiene sus características originales la variación no es significativa

Respecto a la textura del producto almacenado si tiene una diferencia significativa con el tiempo dado que pierde humedad y el aspecto se pone rugoso, no apetecible para su consumo.

6.3 Responsabilidad ética

El presente trabajo cumple con lo señalado en el código de ética de investigación de la universidad nacional del Callao, resolución N° 210-2017-CU.

VII CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis realizados se puede concluir:

El pan con el análisis química proximal de: 25.43% de humedad, 14.68 % de proteína, 6,13 % de grasa total, 49.61 carbohidratos, 0,97% de fibra y 3,18 % de cenizas, tiene mayor preferencia y aceptabilidad; que responde a la mezcla de harinas según modelo estadístico de mezclas de puntos extremos

El contenido de proteína de la mezcla de harinas está en función a las proporciones de cada una de ellas.

Según el análisis proximal realizado la prueba cuatro contiene un alto contenido proteico y mejor valor de aceptabilidad y está elaborado con 8.80 % de harina de quinua, 18.20% de harina de kiwicha, 72.80 % de harina de trigo, y contiene 14.68 % proteína 13.48 % comparado con 9.14 % de proteína del pan con solo harina de trigo.

Según la evaluación sensorial realizada se concluye que las pruebas P₁, P₄, P₈ y P₉ poseen la preferencia y aceptabilidad de los panelista. Siendo la prueba cuatro la de mayor preferencia y aceptabilidad.

Sobre la vida útil del producto elaborado, se realizó la prueba de índice de peróxido por día de almacenamiento, presento al cuarto día 1.11 meq/kg y el quinto día permaneció constante, según la FAO/UNU/OMS (1999) indican que un índice de peróxido < a 10 meq/kg de grasa son aceptables, por lo tanto los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros estipulados. Núñez y Chumbiray (1991), manifiesta que la disponibilidad de oxígeno es un factor determinante que efecto al producto durante el almacenamiento, por lo que se tiene en cuenta como un factor para determinar la vida útil del pan

Según los análisis microbiológicos realizados al pan con harina de trigo, quinua y kiwucha almacenado a temperatura se encuentra ausencia de mohos y en el caso de levaduras en ufc/g es menor a 10² ufc/g según las Normas Técnicas Sanitarias (NTS-

071), donde establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano en el ítem V.4; indica que los alimentos de panificación, galletas, pastas masas.... Deben de tener valores $< 10^4$ ufc/g, se deduce que el producto se considera inocuo y libre de contaminantes y apto para el consumo humano.

Desde el punto de vista de análisis sensorial el sabor mantiene sus características, originales la variación no es significativa

El pan elaborado y almacenado, después de la evaluación sensorial respecto a la textura tiene una diferencia significativa con el tiempo dado que pierde humedad y el aspecto se pone rugoso, no apetecible para su consumo, siendo este un factor importante para determinar la vida útil del pan que es de cuatro días.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios con otros cereales y obtener un producto con alto contenido proteico y sales minerales

Realizar, estudios de las características organolépticas para mejorar más aun las cualidades del pan elaborado para que tenga mayor preferencia y aceptabilidad.

Elaborar producto, con otros tubérculos andinos, y lograr productos competitivos y aceptables en el mercado Local.

REFERENCIALES BIBLIOGRAFICAS

- A.A.C.C (2000) American Association of Cereal Chemists. Approved Methods, 10th Edition.
- A.O.A.C (2002) Official Methods of Analysis of AOAC International 17th Edition, Current Through Revisión # 1 AOAC INTERNATIONAL. Arlington.
- AOAC (1990). Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. 1298 pp
- AOAC 20th Edition, 2016. 997.02 Yeast and Mold Counts in Foods.
- A.O.A.C; 1990. Oficial Métodos of Análisis. Asociación of oficial Agricultur Chemists 11av Edition USA
- Anzaldúa Morales, a. (1994). Evaluación sensorial de alimentos en la teoría y la práctica. España, Acribia S. A.
- Araya, D. (2012). Determinación de la vida útil de arroz preparado espárrago Líder elaborado por empresas TUCAPEL S.A. mediante pruebas aceleradas. Tesis, Universidad de Chile, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Santiago, Chile
- Arroyave Sierra, Lina María, Esguerra Romero, Carolina (2006) “Utilización de la harina de quinua (*chenopodium quinoa wild*) en el proceso de panificación”
- ASTM, (2011) Standard Guide for Sensory evaluation methods to determine the sensory shelf life of consumer products. West Conshohocken, United States
- Badui, S. D. (2006) Química de los alimentos. 3ª Edición. México. Editorial. Pearson Education. Págs. 233-241
- Bennion, M; (2004), Formulación de mezclas óptimas basándose en granos y Cereales Andinos en fermentaciones con CO₂, Boletín Técnico-Lima-Perú.
- Bernal Ines. (1994) Análisis de Alimentos. Colombia. Editorial. Guadalupe LTDA.
- CANIMOLT. (2018) Cámara nacional de la industria molinera de trigo
Tomado de <https://www.canimolt.org/definicion/>

- Cantillo, J., & Fernández, C. (1994). Durabilidad de los alimentos. Métodos de estimación. La Habana, Cuba: Instituto de investigaciones para la industria alimentaria
- Cárdenas, H. (1991). *Evaluación químico nutricional de cultivares nativos de camote Ipomoea batata (L.) Lam, para su utilización en la forma de rallado como sustituto de trigo en panificación* (Doctoral dissertation, Tesis Magister Science. Universidad Nacional Agraria La Molina).
- Carl Hosney R. (1999) Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales y las Oleaginosas. España. Acribia S.A.
- CIMMYT. 1975 “Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo”. Págs. 13 – 19. México.
- Cheftel J.C. 1980. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los alimentos. Vol. I. Edit. Acribia. Zaragoza - España.
- Collazos, C. 1993. La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. 6ta edición. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Nutrición, Banco Central de Reserva, Lima.
- Cosinga Cutti, L. (2016). Optimización de parámetros fisicoquímicos de pan de molde con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum Aestivum*) por harinas de arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza L.*) y quinua (*Chenopodium Quinoa Willc*).
- COVENIN. (1994) Comisión Venezolana de Normas Industriales. *Harina de trigo. Norma Venezolana N° 217 – 94*. Fondo norma. Caracas – Venezuela. p 5.
- Curia, A., Fiszman, S., Gámbaro, A., Garitta,, L., Gómez, G., & Hough, G. (2005). Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. Madrid, España: CYTED.
- De la Cruz Quispe, W. H. (2009). Complementación proteica de harina de trigo (*Triticum aestivum L.*) por harina de quina (*Chenopodium quinoa Willd*) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil.
- Delgado A. (1981). *Determinación del nivel óptimo de sustitución de harina de trigo por cebada en panificación*. Universidad Nacional Agraria Programa Académico de Industrias Alimentarias. La Molina, Lima
- Escobedo Álvarez, G. V. (1985). *Obtención de harina precocida de papa a nivel de planta piloto y su caracterización* (No. TX558. P8 E86-T). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú). Facultad de Industrias Alimentarias.

- FAO “Trigo en la Alimentación Humana” 1990. Tomado Luz Gómez Pando,
El cultivo de trigo en el Perú y sus requerimientos hídricos UNALM
- Flores Cruz Didi Juan 2015 Procesamiento De Productos Agropecuarios Andinos
Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac UNAMBA
- Fraser, A. (2010). Peligros de origen microbiano. Food Safety
- Gimeno, A. (2006). Microbiología de cereales. [Documento en línea] disponible en:
http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?AREA=MYC&art=342 [Consulta:
11 - 06 - 2015].
- Gimeno Montoya, M. T. (2013). *Mejora de las características tecnológicas y de los
perfiles sensorial y nutricional de un producto de panificación mediante la
formulación con aceite de oliva virgen*. Universidad de Lleida.
- Giraldo, G. (1999). Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos. Monografía,
Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Gomez Pallarés, M, León, A. E., Rosell, C. M.,., Brites, C., Haros, M., Trigo, M. J., ... &
Collar, C. (2007). *De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de
panificación en Iberoamérica*. ISEKI-Food.
- Hartf, J; Burgos, L. Y Justino, B. 1984. Análisis moderno de los alimentos. Acribia.
Zaragoza, España. 619p.
- Hernández, Elizabeth (Actualizado 2009). Módulo Tecnología de Cereales y
Oleaginosas. Sogamoso, Colombia. UNAD
- Huayna Chara Carlos David. (2016), “Optimización de formulación de premezcla para la
elaboración de queque con sustitución parcial de harina de tarwi (*lupinus mutabilis
sweet*) y quinua (*chenopodium quinoa willd*) y evaluación de su vida útil”.
- Hoffman, E., Mesa, P., Cadenazzi, M., Fernández, R., Baeten, A., Cadenazzi, M.,... &
Cadenazzi, M. (2010). *Caracterización de cultivos de trigo 2009. Paysandú,
Facultad de Agronomía*
- Hurtado Gonzáles, José Augusto (2016). Utilización de pre fermentos en la elaboración
de pan de molde blanco para extender su tiempo de vida útil
- James, M. Jay 2002. Microbiología moderna de los alimentos. 4 1 a edición. Ed. Acribia,
S.A., Zaragoza. España. 33-49.

- Kilcast, D., & Subramanian, P. (2000). *The stability and shelf life of foods*. Washington, DC: Woodhead Publishing Limited y CRC Press LLC.
- Kramer, A., & Twigg, B. (1968). *Measure of frozen food quality and quality changes, in the Freezing Preservation of Foods*. Tressler, D.K.: AVI Publishing.
- Labuza, T. & SZYBITS (1982). *Shelf life dating of foods*. Connecticut: Food & Nutrition Press.
- Lescano Rivero, J. L. (1994). *Genética y mejoramiento de cultivos alto andinos quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca* (No. CD-IICA-: A50. W2-L4g). Programa Interinstitucional de Waru Waru. Puno – Perú
- Machaguay C. S. 2009. *Elaboración de galletas con sustitución de harinas sucedáneas de raíces y cereales andinos*. Informe de Practica. UNCP. Junín – Perú.
- Mats, Z; (2002), *Procesamiento de pan, Yuca y harina de trigo, inclusión de gluten-* Tesis para optar Ingeniero en Industrias Alimentarias-UNALM-Lima-Peru.
- Matos-Chamorro, Alfredo; Muñoz-Alegre, Karen Isabel (2010) *Elaboración De Pan Con Sustitución Parcial De Harina Pre Cocida De Ñuña (Phaseolus Vulgaris L.) Y Tarwi (Lupinus Mutabilis)*.
- Medina Arrieta, Daniela Elena; Martínez Torres, Mauricio Andrés; (2018) *Desarrollo De Un Producto Alimentario Panificable Tipo Pan Blando A Partir De Harina De Trigo, Yuca Y Quinoa* Universidad De Sucre; Martha Ligia Ascencio Galván
- Magaña, JJ y Cisneros, B. (2011). *Perspectivas sobre la terapia génica en la distrofia miotónica tipo 1*. *Journal of Neuroscience Research* , 89 (3), 275-285.
- Mendoza Pérez, Diana Gloria, Palacios Morales, Félix Nicolás. (2018) *Elaboración y valoración del hierro en el pan enriquecido con harina de quinua (Chenopodium quinoa w.) y soja (Glycine max)*
- Mesas, J. M., & Alegre, M. T. (2002). *El pan y su proceso de elaboración the bread and its processing o pan eo seu proceso de elaboración*. *CYTA-Journal of Food*, 3(5), 307-313.
- MINSA/DIGESA-V.01. *Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano*
- Morton; S, (2003), *Elaboración panes basado en mezclas de trigo y papa;* para optar el título de Ingeniero de Industrias Alimentarias – Lima - Perú – 110p.- 122p.

- Mujica, A. (2004). Descriptores para la caracterización de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Pp.121-136 En: Memorias del SeminarioTaller Nacional sobre Caracterización de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres en el Perú. INIA, PNUD-Proyecto In situ. Chosica, 19-20 mayo 2004, Lima.
- Mujica Angel, (2005). El origen de la quínoa y la historia de su domesticación, Programa Mejoramiento Genético Quinoa, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Norma técnicas Peruana ITINTEC 205.027,1986
<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR40344.pdf>
- Núñez y Chumbiray (1991), Determinación de la vida en anaquel de productos alimenticios procesados mediante pruebas aceleradas.
- Pascual Chagman Gloria Joaquín, Zapata Huamán. Sustitución Parcial De Harina De Trigo L Por Harina De Kiwicha L., Usando El Método Directo Y Esponja Y Masa, En La Elaboración De Pan
- Pattison. T Lindsay. D. y von Holy A. 2004 Natural antimicrobials as potencial replacements for calcium propionate in bread. South African Journal of Science 100:342-348
- Pepe. O Blaaiotta. G. Moschetti. G. Greco. T. y Villani .F. 2003, Rope producing strains of *Bacillus spp* from Wheat bread and strategy for their control by lactic acid bacteria.
- Plan de negocios producción y comercialización de kiwicha Dpto. Apurímac, 2000
- Puratos empresa de productos innovadores en aplicaciones de panadería, pastelería y chocolate para artesanos, industriales.
- Quaglia, G. (1991). *Ciencia y Tecnología de la Panificación*. Acribia. Zaragoza, España. p. 239-258.
- Quaglia, (2004), *Almacenamiento e industrialización de pan en Cereales y tubérculos* (Departamento tecnología de alimentos). Edición progreso alta 202 – planta alta México.
- QORINKA (2018) <http://actualizaf5.com/qori/kiwicha-2>
- Revista Boulevard de Asia publicado el 16 enero 2015)

- Reyes, M. A., Palomo, P. D., & Bressani, R. (2004). Development of bakery products for greater adult consumption based on wheat and rice flour. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 54(3), 314-321.
- Ribotta. P.D. y Tadini C: c: 2009. Alternativas tecnológicas para la elaboración y la conservación de productos panificados. 1er edición Universidad Nacional de Cordova Argentina 327p
- Rodríguez, G. G. T., Vizcarra, T. A., & Huallpartupa, D. J. R. (2017). Determinación de la vida útil en anaquel de pan libre de gluten a base de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) envasado en polietileno y polipropileno. *Ciencia & Desarrollo*, (18).
- Rotstein, E., Valentas, K., & Singh, R. (1997). *Handbook of Food Engineering Practice*. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Sahan yY. 2011 Effect of *Prunus Laurocerasus* L. Cherry Laurel) leaf extracts on growth of bread spoilage fungi Bulgarian Journal of Agriculture Science. 17(1)83-92
- Saguy, I., & Karel, M. (1980). Modeling of quality deterioration during food processing and storage. *Food Technology*, 78-85.
- Sanez F. Lida C. (2018) Propiedades nutricionales de pan elaborado con harina de trigo (*triticum aestivum*), quinua (*chenopodium quinoa w.*), kiwicha (*amaranthus caudatus*), y soya (*glycine max.*)”
- Seminario, J., Valderrama, M., & Manrique, I. (2003). *El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio*. International Potato Center
- Stanley- P Cauvain S.P. y Young L. S. 2007. *Tecnólogo of bread making*. Second edition. Springer Science – business Media New York EEUU 389p
- Tapia, Mario y A.M. Fries. 1997. *Guía de campo de los cultivos andinos*, FAO, Lima, Perú.
- Tapia, M. E. (1979). Cultivos Andinos Sub-explotados y su aporte a la Alimentación- Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. *Santiago, Chile*, 99-103.
- Tapia, M. E & Fries, A. M., (2001). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO, ANPE-PERÚ.
- Tarazona, D. A, (1997); *Análisis sensorial de los alimentos*, editorial Florianópolis Brasil.

Ureña Peralta, M., D'Arriego Huapaya, M., & Girón Molina, O. (1999). *Evaluación sensorial de los alimentos, aplicación didáctica* (No. Q04 U7). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Peru). Facultad de Industrias Alimentarias.

Velasquez Velasquez, L. R. (2011). Evaluación de la vida en anaquel de pan con sustitución parcial de harina de oca (*oxalis tuberosa* mol). Tesis Universidad Nacional Del Altiplano Facultad De Ciencias Agrarias, Puno Perú

Zumarán Alayo, O. R. D. P, Iglesias A. L. A. (2015). Optimización de las características físicas, nutritivas y sensoriales del pan elaborado con harina de peladilla de espárrago, kiwicha y trigo. Tesis Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo Perú

Páginas de internet

<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR40344.pdf> tomado el 1- 9- 2019

<http://panmana-enrique.blogspot.com/2008/10/conceptos-en-panificacin.html>.

tomado el 1- 9- 2019

<http://www.yara.com.pe/cropnutrition/crops/trigo/informacion-esencial/> tomado el 1- 9- 2019

<http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.044> tomado el 1- 9- 2019

<http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.12.021> tomado el 1- 9- 2019

<http://doi.org/10.1016/j.foodqual.2006.12.001> tomado el 1- 9- 2019

<http://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.07.020> tomado el 1- 9- 2019

<http://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.03.007> tomado el 1- 9- 209

<http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.09.006> tomado el 1- 9- 2019

<http://doi.org/10.1016/j.jada.2011.09.007> tomado el 1- 9- 2019

www.gettyimages.es, tomado el 1- 9- 2018

<http://panmana-enrique.blogspot.com/2008/10/conceptos-en-panificacin.html>. Tomado 27-8-19

<https://alimentos.org.es/nutrientes-harina-soja>, tomado 16-5-2018

http://http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=851-75872014000100006

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2605/Q02-P323->

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/download/11310/1014244>

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA.

“TIEMPO DE VIDA UTIL DEL PAN ELABORADO CON HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*), HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa w.*) Y HARINA DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cuál será la vida útil del pan elaborado con harina de trigo (<i>triticum aestivum</i>), harina de quinua (<i>chenopodium quinoa w.</i>) y harina de kiwicha (<i>amaranthus caudatus</i>)?	Determinar la vida útil del pan elaborado con la sustitución parcial de harina de trigo (<i>triticum aestivum</i>), por harina de quinua (<i>chenopodium quinoa w.</i>) y harina de kiwicha (<i>amaranthus caudatus</i>)?	La determinación del tiempo de vida útil garantizará la calidad del pan elaborado con la mezcla óptima de harina de trigo, harina de quinua y harina de kiwicha	X = Tiempo de vida útil del pan elaborado	Tiempo de vida útil del producto elaborado	<ul style="list-style-type: none"> • Microorganismos presente en el producto. • Días 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuento en placas • Ecuación de Arrhenius
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
a) ¿Cuál es la mezcla óptima de las harinas para la elaboración de pan?	a) Determinar la mezcla óptima de las harinas para la elaboración de pan.	a) Mediante pruebas experimentales se determinará la mezcla óptima de las diferentes harinas para la elaboración de pan.	X ₁ = Mezcla óptima de las diferentes harinas para la elaboración de pan.	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de preferencia a emplear 	<ul style="list-style-type: none"> • Peso 	<ul style="list-style-type: none"> • Método experimental de mezcla
b) ¿Cómo determinar las propiedades del pan mediante métodos físico-química, y microbiológica?	b) Determinar las propiedades del pan mediante métodos físico-química, y microbiológica.	b) Mediante las pruebas de las propiedades físico-químicas, y microbiológicas se determinará la vida útil del pan	X ₂ = Propiedades físico-químicas, y microbiológicas de producto elaborado	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del producto 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteínas • Humedad • Peso • Población microbiana 	<ul style="list-style-type: none"> • KJELDAHL • Recuento de placas
c) ¿Será posible estimar la vida útil del pan a través de métodos sensoriales?	c) Determinar la vida útil del pan a través de métodos sensoriales.	c) Mediante métodos sensoriales se podrá obtener la vida útil	X ₃ = Evaluación sensoriales se podrá obtener la vida útil del pan.	<ul style="list-style-type: none"> • Características sensoriales 	<ul style="list-style-type: none"> • Olor • Color • Sabor 	<ul style="list-style-type: none"> • Método hedónico

ANEXO 2

PRUEBA DE ANALISIS SENSORIAL CON ESCALA HEDONICA

INDICACIONES

Edad:

Sexo:.....

Evaluación de Pan en cuanto a atributos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad

Realice la calificación de cada muestra, marcando el valor numérico correspondiente en cada columna.

ESCALA EDONICA	VALOR NUMERICO
• Me disgusta mucho	1
• Me disgusta ligeramente	2
• No me gusta ni me disgusta	3
• Me gusta ligeramente	4
• Me gusta mucho	5

N° MUESTRA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD
P1					
P2					
P3					
P4					
P5					
P6					
P7					
P8					
P9					

ANEXO 3

ANÁLISIS DE VARIANZA COLOR SABOR, OLOR, TEXTURA Y ACEPTABILIDAD DEL PAN ELABORADO

Datos del análisis en ANVA ACEPTABILIDAD

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Signif
Tratam	8	28,3619	4,727	12,2652	2,1562	Muy Signif
Repet.	29	22,1	0,7621	1,9774		
Error	176	67,0667	0,3854			
Tot	211	117,5286				

Datos del análisis en ANVA COLOR

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Signif
Tratam	9	40,8741	5,1093	4,3647	1,9799	Muy Signif
Repet.	29	181,6296	6,2631	5,3503		
Error	233	271,5704	1,1706			
Tot	271	494,0741				

Datos del análisis en ANVA OLOR

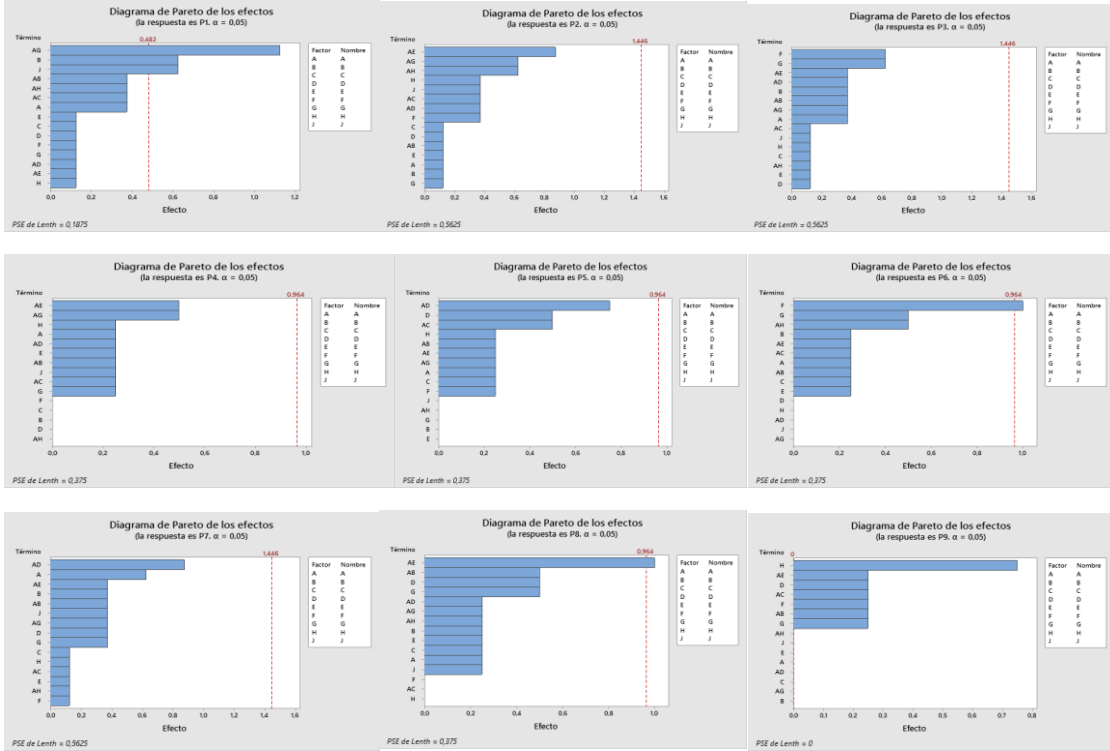
F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Signif
Tratam	8	45	5,625	14,1332	1,9799	Muy Signif
Repet.	29	38,1667	1,3161	3,3068		
Error	232	92,3333	0,398			
Tot	269	175,5				

Datos del análisis en ANVA SABOR

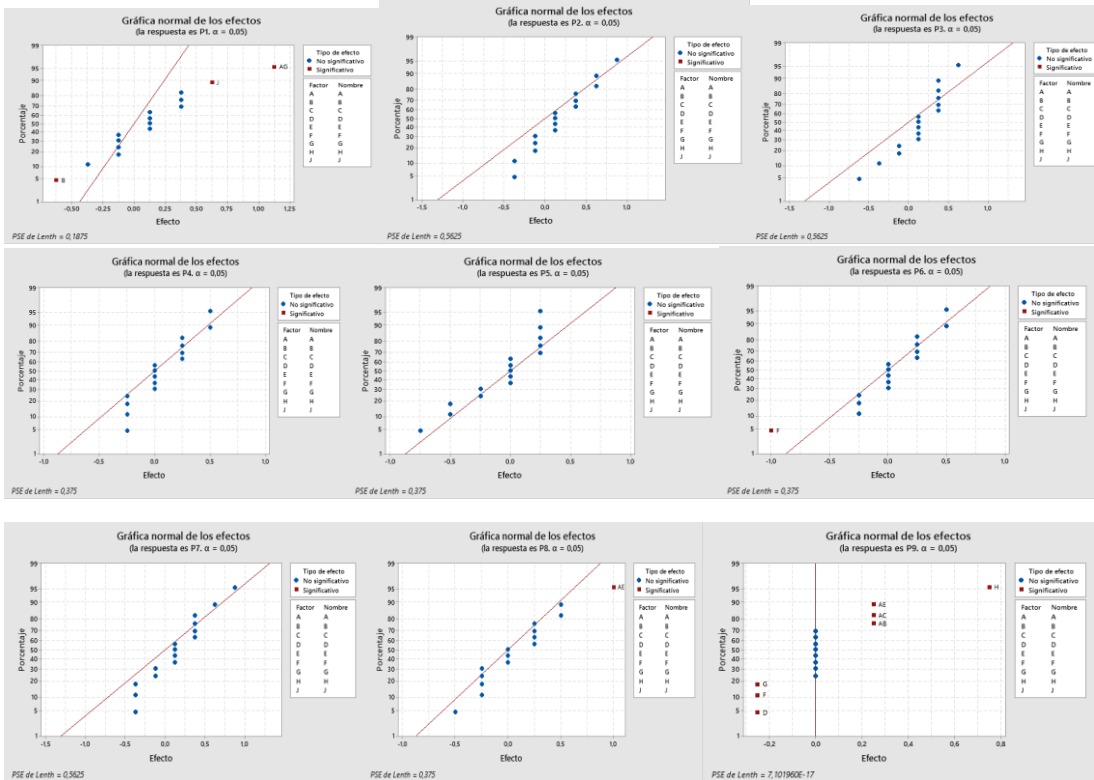
F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Signif
Tratam	8	55,363	6,9204	13,7391	1,9799	Muy Signif
Repet.	29	41,7074	1,4382	2,8553		
Error	232	116,8592	0,5037			
Tot	269	213,9296				

ANEXO 4

EVALUACION SENSORIAL - DIAGRAMA DE PARETO DE TEXTURA DEL PAN ELABORADO

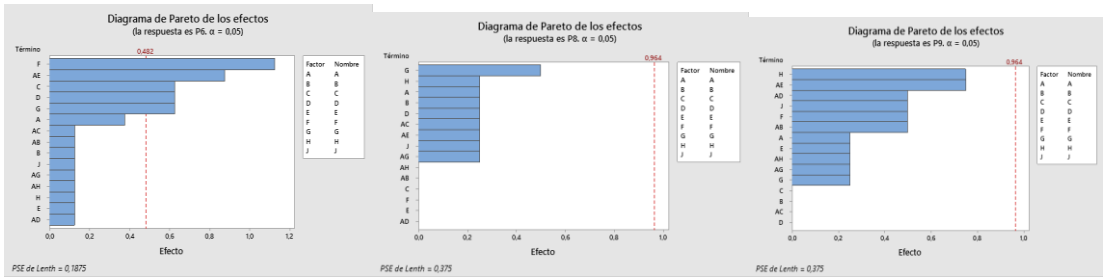
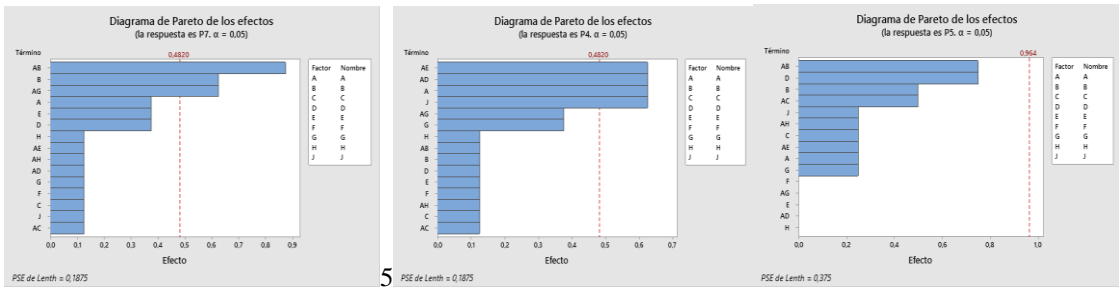
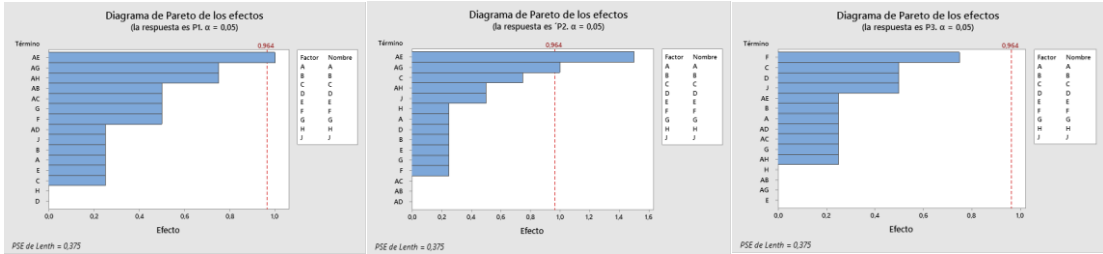


GRAFICA NORMAL

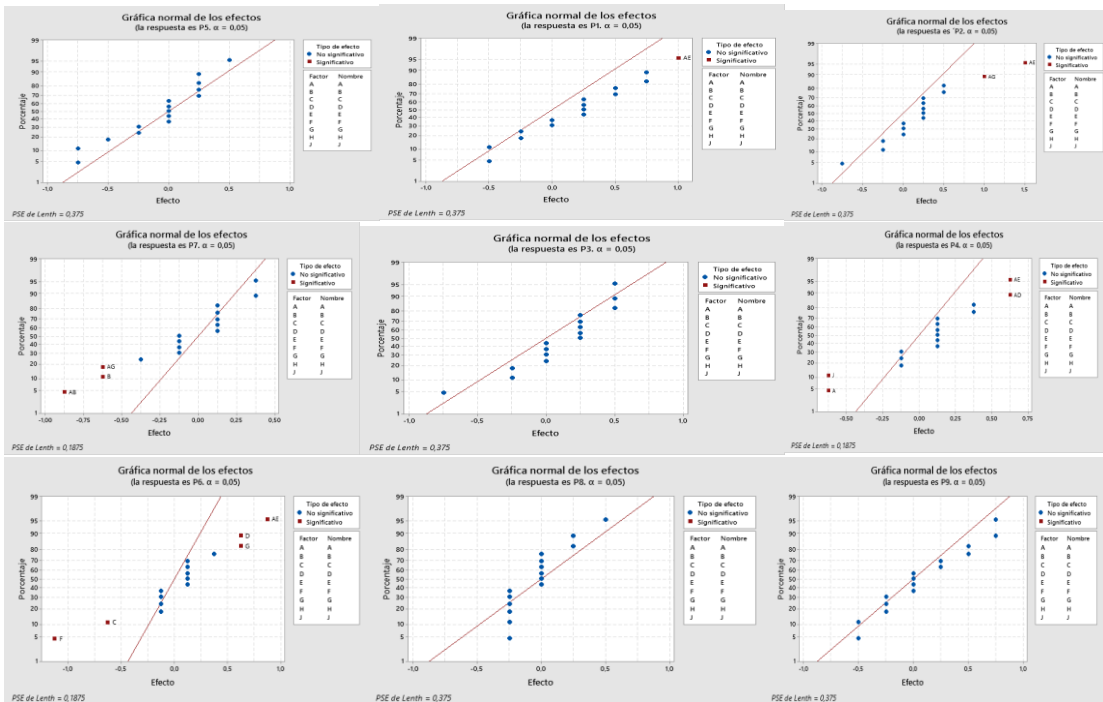


ANEXO 5

EVALUACION SENSORIAL - DIAGRAMA DE PARETO DE SABOR DEL PAN ELABORADO

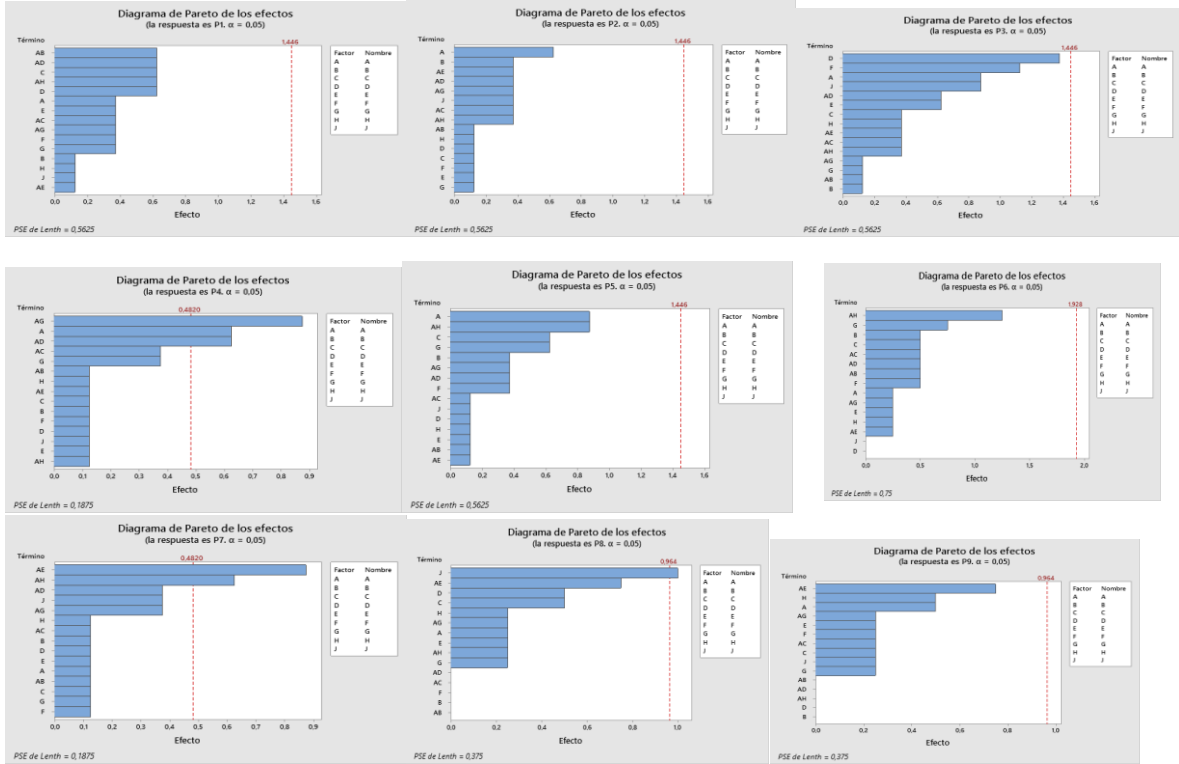


GRAFICA NORMAL

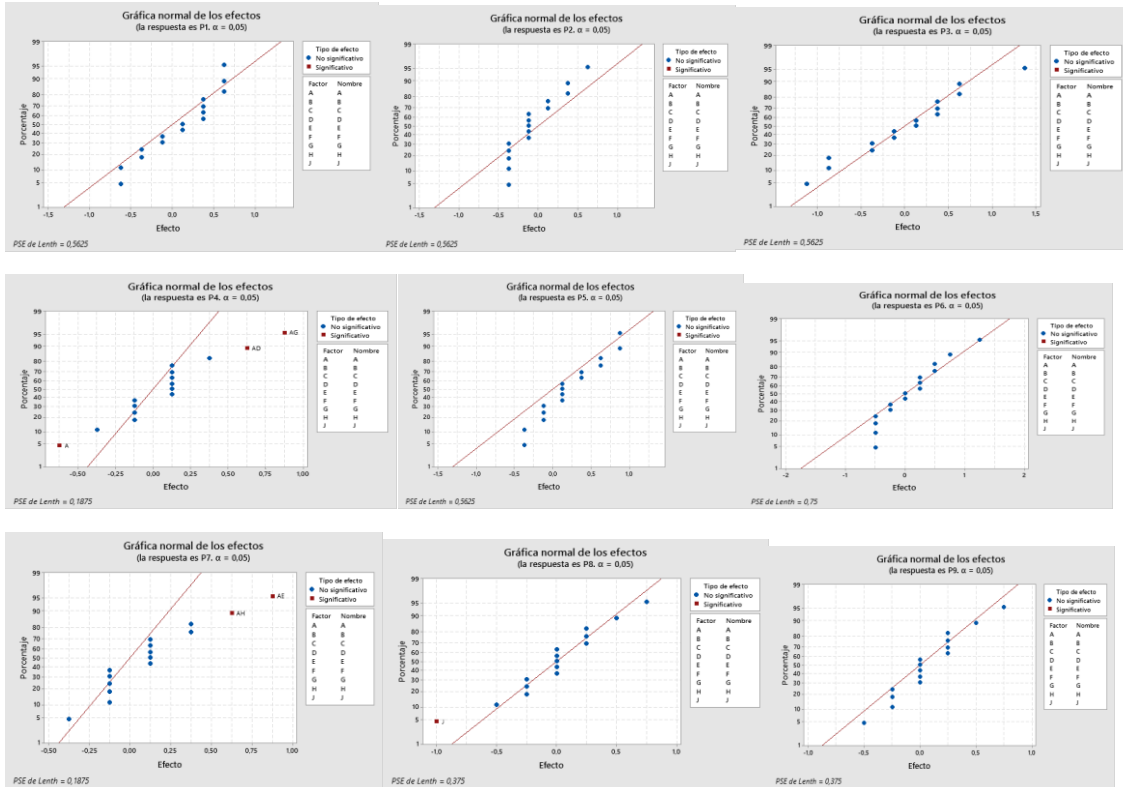


ANEXO 6

EVALUACION SENSORIAL - DIAGRAMA DE PARETO DE COLOR DEL PAN ELABORADO

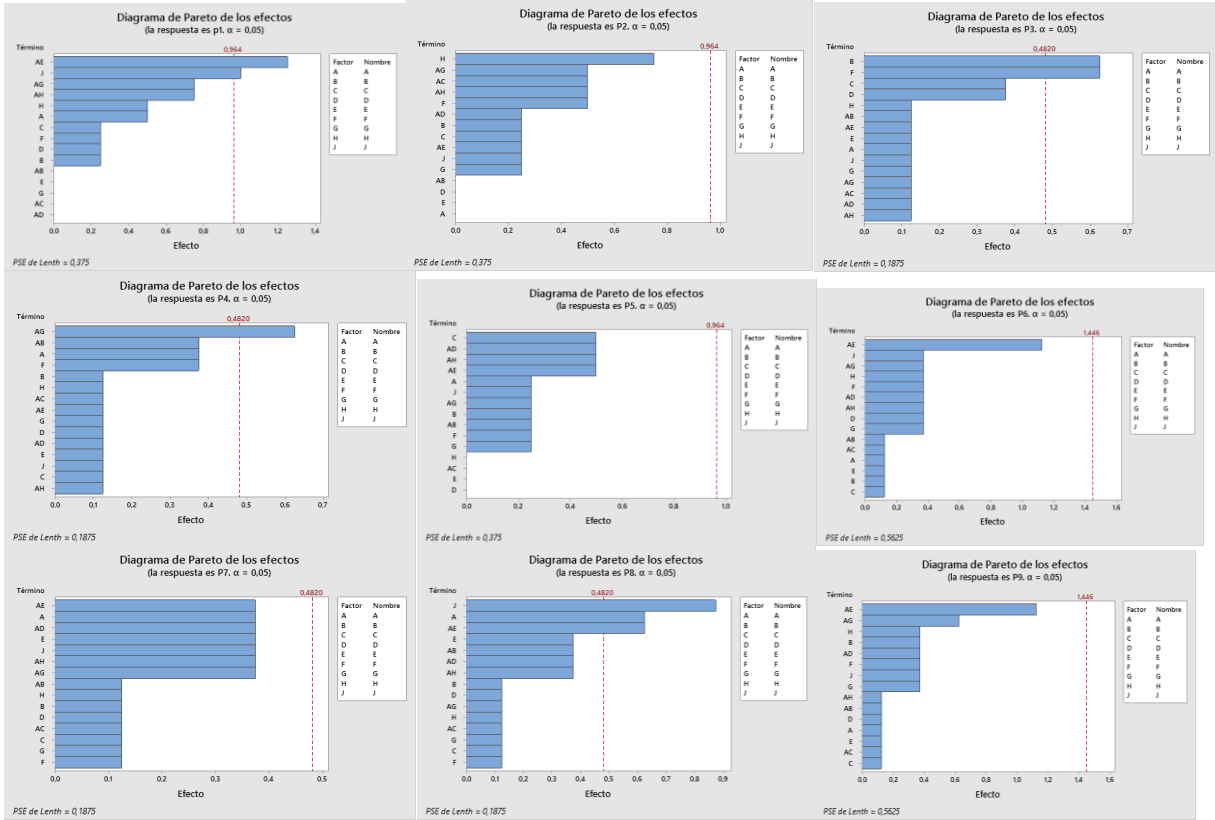


GRAFICA NORMAL

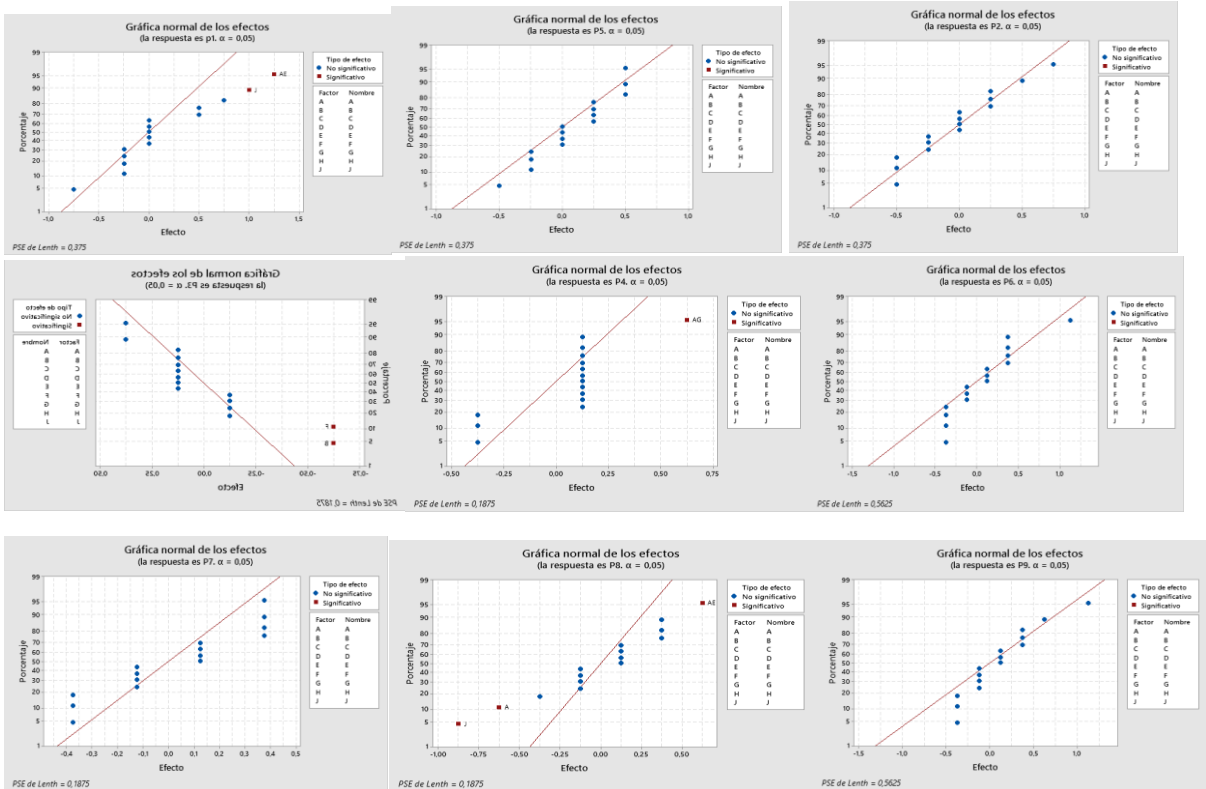


ANEXO 7

EVALUACION SENSORIAL - DIAGRAMA DE PARETO DE OLOR DEL PAN ELABORADO

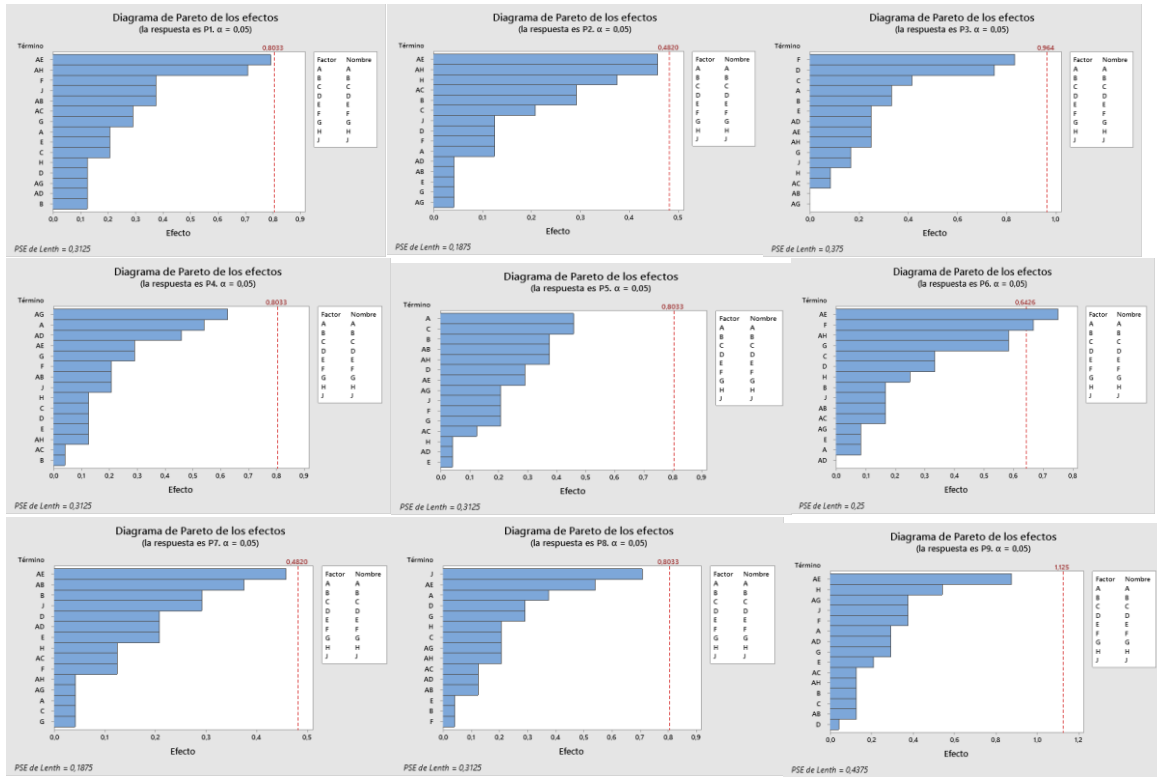


GRAFICA NORMAL



ANEXO 8

EVALUACION SENSORIAL - DIAGRAMA DE PARETO DE ACEPTABILIDAD DEL PAN ELABORADO



GRAFICA NORMAL

