

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos



Una Institución Adventista

Evaluación de la influencia de dos métodos directos en la elaboración de pre-pizza con sustitución parcial de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) variedad Blanca de Juli.

Por:

Julia Leticia Condori Roque

Asesor:

Ing. Enrique Mamani Cuela

Juliaca, mayo de 2019

DECLARACIÓN JURADA
DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Ing. Enrique Mamani Cuela, de la facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: "Evaluación de la influencia de dos métodos directos en la elaboración de pre-pizza con sustitución parcial de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) variedad Blanca de Juli", constituye la memoria que presenta la bachiller Julia Leticia Condori Roque para aspirar al título Profesional de Ingeniero de Alimentos ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

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

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca a los dieciséis días del mes de mayo del año dos mil diecinueve.


Ing. Enrique Mamani Cuela

Evaluación de la influencia de dos métodos directos en la elaboración de pre-pizza con sustitución parcial de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) variedad Blanca de Juli

TESIS

Presentado para optar el título profesional de Ingeniero de Alimentos

JURADO CALIFICADOR



Ing. MSc. Carmen Rosa Apaza Humerez
Presidente



Ing. Alex Danny Chambi Rodríguez
Secretario



Ing. Joel Jerson Coaquira Quispe
Vocal



Ing. Edgar Mayta Pinto
Vocal



Ing. Enrique Mamani Cuela
Asesor

Juliaca, 09 de Mayo de 2019

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en especial a Dios por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria y guiarme en toda mi carrera profesional, como también a todos mis docentes de la carrera profesional de ingeniería de alimentos por compartirme sus conocimientos para mi crecimiento profesional y finalmente a mi familia por brindarme apoyo incondicional en cada momento de este camino que emprendí hace años atrás.

“Julia Leticia Condori Roque”

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis ing. Enrique Mamani Cuela por su apoyo y tiempo brindado durante el desarrollo de mi investigación para la obtención de mi título profesional en Ingeniero de Alimentos.

A todos mis docentes quienes apoyaron para el desarrollo de mi proyecto, contando sus recomendaciones y conocimiento; Ing. Joel Jerson Coaquira Quispe, Ing. Alex Danny Chambi Rodríguez, Ing. Cesar Augusto Condori Mamani y MSc. Carmen Rosa Apaza Humerez.

A la Universidad Peruana Unión, la facultad de Ingeniería y Arquitectura y la escuela profesional de Ingeniería de Alimentos por formar parte de la familia universitaria de esta institución.

En último lugar, expresar mis más grandes agradecimientos al Programa Nacional de Becas y Créditos Educativos (PRONABEC), en donde me brindo la educación financieramente ya que el programa ayuda a jóvenes con talento académico.

Guárdame como a la niña de Tus ojos; Escóndeme a la sombra de Tus alas (Salmos 17:8)

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.....	14
EL PROBLEMA.....	14
CAPÍTULO II	16
REVISIÓN DE LA LITERATURA	16
2.1. Origen de la pizza.....	16
2.2. Definición de Pizza	16
2.3. Masa de pre-pizza.....	17
2.3.1. Ingredientes para la elaboración de masa de pizza	17
2.3.1.1. Harina.....	17
2.3.1.1.1. Composición química de la harina	20
2.3.1.2. Levadura	20
2.3.1.3. Azúcar	21
2.3.1.3.1. Efecto de sal y el azúcar en la actividad de las levaduras	22
2.3.1.4. Suero de leche	22
2.3.1.5. Aceite	22
2.3.1.6. La sal	23
2.3.1.7. El agua.....	23
2.4. Métodos de amasado en masas de pizzas.....	24
2.4.1. Amasado directo	24
2.4.1.1. Amasado directo a temperatura ambiente	24
2.4.1.2. Amasado directo con paso en frigorífico.....	24
2.4.2. Amasado indirecto.....	25
2.5. Características de calidad de la masa de pizza	25
2.6. La quinua (<i>chenopodium quinoa willd</i>).....	26
2.6.1. Composición química del grano de quinua.....	27
2.6.2. Fibra de la quinua	28
2.6.3. Principales variedades de quinua.....	28
2.6.4. Producción de quinua en el Perú	29

2.7.	Propiedades físicas consideradas en panificación.....	30
2.7.1.	Color.....	31
2.7.1.1.	Modelo RGB.....	32
2.7.2.	Porosidad.....	32
2.8.	Análisis de Perfil de Textura.....	33
2.9.	Análisis sensorial.....	35
2.9.1.	Prueba de ordenamiento.....	35
2.9.2.	Tipos de panel utilizado en las pruebas de afectivas.....	35
CAPÍTULO III.....		36
MATERIALES Y MÉTODOS.....		36
3.1.	Lugar de ejecución.....	36
3.2.	Materiales y equipos.....	36
3.2.1.	Materia prima.....	36
3.2.2.	Insumos.....	36
3.2.3.	Reactivos.....	37
3.2.4.	Materiales.....	37
3.2.5.	Equipos.....	37
3.3.	Métodos de análisis.....	38
3.3.1.	Análisis fisicoquímico de la masa de pre-pizza.....	38
3.3.1.1.	Determinación de % acidez.....	38
3.3.1.2.	Determinación de pH.....	38
3.3.1.3.	Humedad.....	38
3.3.2.	Análisis de las propiedades físicas del producto final.....	38
3.3.3.	Determinación de porosidad por el procesamiento de imagen.....	39
3.3.4.	Determinación de color.....	40
3.3.5.	Análisis de perfil de textura.....	40
3.3.6.	Evaluación sensorial.....	40
3.3.6.1.	Adriestamiento.....	40
3.3.6.2.	Prueba de ordenamiento.....	41
3.3.7.	Análisis químico proximal al producto terminado.....	41
3.4.	Metodología experimental.....	41
3.4.1.	Elaboración de pre-pizza.....	41

3.4.2.	Descripción del flujograma	44
3.5.	Diseño estadístico	44
CAPÍTULO IV		46
RESULTADOS Y DISCUSIONES		46
4.1.	Análisis fisicoquímico	46
4.2.	Análisis de las propiedades físicas del producto terminado	47
4.2.1.	Efectos de los métodos de amasado en las propiedades físicas.....	48
4.2.2.	Efecto de los métodos de amasado en la porosidad	51
4.2.3.	Efecto de los métodos de amasado en el color	56
4.3.	Análisis de perfil de textura	57
4.4.	Evaluación sensorial.....	61
4.5.	Análisis químico proximal	63
CAPÍTULO V		66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		66
5.1.	Conclusiones	66
5.2.	Recomendaciones	67
BIBLIOGRAFÍA		68
ANEXOS		73

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de harina usados en la elaboración de productos de panadería.	19
Tabla 2. Clasificación de tipos de harina según la ley italiana.....	20
Tabla 3. Ventajas y desventajas del amasado directo a temperatura ambiente	24
Tabla 4. Ventajas y desventajas del amasado directo con paso a frigorífico	25
Tabla 5. Características de calidad de la masa de pizza	26
Tabla 6. Clasificación botánica de la quinua.....	27
Tabla 7. Composición del grano de quinua (g/100g) comparándolo con otros cereales....	27
Tabla 8. Contenido de aminoácidos esenciales en quinua, amaranto y trigo (mg de aminoácidos s/g de proteínas).....	27
Tabla 9. Contenido de minerales y vitaminas de la quinua (mg/g materia seca)	28
Tabla 10. Principales variedades de quinua encontradas en Perú	29
Tabla 11. Propiedades físicas consideradas en panadería	31
Tabla 12. Parámetros básicos evaluados durante el TPA.....	34
Tabla 13. Calidad física a realizar al producto final.....	39
Tabla 14. Análisis proximal según la AOAC. 1994.....	41
Tabla 15. Formulación para la elaboración de pre-pizza.....	42
Tabla 16. Diseño Bloques Completamente Aleatorio (DBCA)	45
Tabla 17. Valores de pH, acidez titulable y % de humedad en masa y pre-pizza.....	46
Tabla 18. Valores de las propiedades físicas para cada tratamiento	49
Tabla 19. Resultado del análisis obtenido del software Imagen J para la porosidad	51
Tabla 20. Parámetros de los valores L*, a* y b* para el color.....	56
Tabla 21. Valores para el Análisis de Perfil de Textura para la pre-pizza	58
Tabla 22. Puntajes obtenidos en la prueba de ordenamiento.....	62
Tabla 23. Resultados del análisis proximal del mejor tratamiento sensorialmente.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Métodos de amasado en panadería.....	25
Figura 2. Grano de quinua	26
Figura 3. Producción de quinua a nivel mundial.	30
Figura 4. Modelo de RGB	32
Figura 5. Sistema de procesamiento de imagen.	39
Figura 6. Representación gráfica de los tratamientos del Diseño de Bloques Completamente Aleatorio.....	48
Figura 7. Representación gráfica de la cantidad de poros y tamaño promedio de poros mm ²	52
Figura 8. Imágenes obtenidas correspondientes al centro de las tajadas de la pre-pizza. ...	55
Figura 9. Gráfica de intervalos de puntaje vs. tratamiento.....	63

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Prueba de Anderson Darling y Prueba de Levene para las variables respuestas de la pre-pizza	74
Anexo B. Análisis de varianza para las variables respuestas de la pre-pizza.....	75
Anexo C. Determinación de pH y acidez en masa y pre-pizza	76
Anexo D. Determinación de humedad para el amasado paso a frigorífico y amasado directo en pre-pizza.....	77
Anexo E. Determinación de espesor de pre-pizzas	77
Anexo F. Determinación de propiedades físicas para pre-pizza	78
Anexo G. Determinación de porosidad por el software Imagen J.....	79
Anexo H. Valores de L*, a* y b* para color en pre-pizza	80
Anexo I. Valores de los parámetros del Análisis de Perfil de Textura.....	81
Anexo J. Cartilla de evaluación para el análisis sensorial de pre-pizza	82
Anexo K. Análisis fisicoquímico al mejor tratamiento (amasado paso a frigorífico con 10% de harina de quinua)	83
Anexo L. Proceso de obtención de harina de quinua	84
Anexo M. Proceso de elaboración de masas de pre-pizza.....	84

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la influencia de los dos métodos directos en la elaboración de pre-pizza con sustitución parcial de harina de quinua de la variedad Blanca de Juli. Para evaluar el efecto se utilizó el Diseño de Bloques Completamente Aleatorio, las variables de estudio fueron: métodos de amasado directo (Amasado Directo y Amasado paso a Frigorífico) con diferentes niveles de sustitución de harina de quinua (5, 10, 15%). Para determinar el efecto de las masas se realizó el análisis fisicoquímico, propiedades físicas: espesor (mm), volumen específico (cm^3/g), porosidad mediante el análisis de imagen J, color por el espacio CIELAB, Análisis de Perfil de Textura (APT) en producto terminado, evaluación sensorial con una prueba de ordenamiento y análisis químico proximal para conocer el aporte nutricional de estas; para determinar las diferencias estadísticas se realizó un análisis de varianza a un 95% de confiabilidad y una comparación de medias de la prueba de Tukey para encontrar el mejor tratamiento y cual es significativa. La realización de estos estudios mostro las diferencias ($p < 0.05$) en las propiedades físicas el volumen obtuvo mayores valores como en la porosidad el tamaño de poros fue significativa por el método de amasado paso a frigorífico con mayor formación de alveolos de forma homogénea más abiertos que por el amasado directo y la textura revelo que la pizza por método directo la masa es más dura y menos elástica mientras por el amasado paso a frigorífico la masa es más blanda y más extensible y en cuanto a la evaluación sensorial dio como resultado como el mejor tratamiento el método de amasado en frio con 10% de harina de quinua. En síntesis los métodos de amasado pueden impactar de manera diferente en las propiedades físicas de la pizza horneada.

Palabras clave: Amasado Directo, Amasado pasó a Frigorífico, quinua, volumen, porosidad y Análisis de Perfil de textura.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the influence of the two direct methods in the preparation of pre-pizza with partial substitution of quinoa flour of the Blanca de Juli variety. To evaluate the effect, the Design of Completely Random Blocks was used, the study variables were: direct kneading methods (Direct Kneading and Kneading to Fridge) with different substitution levels of quinoa flour (5, 10, 15%). To determine the effect of the masses, physicochemical analysis was carried out, physical properties: thickness (mm), specific volume (cm³ / g), porosity by J image analysis, color by CIELAB space, Texture Profile Analysis (APT) in finished product, sensory evaluation with a ordering test and proximal chemical analysis to know the nutritional contribution of these; To determine the statistical differences, an analysis of variance was performed at 95% reliability and a comparison of Tukey test means to find the best treatment and which is significant. The realization of these studies showed the differences ($p < 0.05$) in the physical properties the volume obtained higher values as in the porosity the pore size was significant by the method of kneading step to refrigeration with greater formation of alveoli in a homogeneous way more open than by direct kneading and texture revealed that the pizza by direct method the dough is harder and less elastic while the kneading step to the refrigerator the dough is softer and more extensible and as for the sensory evaluation resulted as the better treatment the method of cold kneading with 10% quinoa flour. In short, kneading methods can impact differently on the physical properties of baked pizza.

Key Words: Direct Kneading, Refrigeration Kneading, Quinoa, Volume, Porosity and Texture Profile Analysis.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

La industria de comida rápida esta un crecimiento sostenido, las personas prefieren maximizar su tiempo comiendo rápidamente y lo más cerca del lugar de trabajo; La pizza se presenta como una alternativa de alimentación barata y rápida para los consumidores e incluso utilizado como menú en fiestas informales Aimaretti, Llopart, Codevilla, Baudino, & Clementz, (2011). El Instituto Nacional de Estadística e Informática dio a conocer que la pizza es uno de los productos que ha mantenido una escala ascendente de preferencia en su consumo habitual con el 33,2%, incrementando 7.7 % desde el 2005 convirtiéndose en un hecho cotidiano de consumo (INEI, 2018).

Sin embargo las formas de elaboración de masas de pizza es realizado por procesos convencionales por la necesidad de obtener productos a corto tiempo López, (2017). Su proceso de elaboración como sus ingredientes usuales hace que tenga una baja calidad física, organoléptica y nutritiva. El amasado es una etapa primordial para obtener masas de calidad sin embargo el proceso directo hace que el resultado final sea considerado de menor calidad debido al poco tiempo que se le brinda para el desarrollo del gluten obteniendo una masa horneada de menor capacidad de retención de gases, con menor volumen, baja elasticidad, con menos sabor, menos aromas afectando la calidad del producto final (Ntatsis, 2013).

El MINAGRI, (2017) estadistas de la FAO, nos informa que el Perú es el primer productor de quinua con 53.3%, donde la región de Puno tubo una producción de 35,166 ton. que es 44.4% registrados actualmente, donde es comercializada únicamente como materia prima es decir en grano entero, sin darle el valor agregado de la combinación con otros alimentos para mejorar la calidad nutritiva de los productos finales.

A todo esto se ha ido desarrollando un nuevo estilo alimenticio buscando no solo el placer y satisfacción de un buen alimento sino que este sea nutritivo y de mejor calidad, Los

cambios alimenticios en los últimos años de las personas han conducido a desarrollar nuevos productos saludables que sean nutritivos acorde a las tendencias actuales. Sin embargo también las propiedades sensoriales de estos productos constituyen un desafío para la industria debido a que influye en los consumidores, más que la biodisponibilidad de nutrientes.

La utilización de nuevos métodos en el proceso de amasado como el amasado directo paso a frigorífico donde la masa es expuesta a maduración a 4°C por 24, donde la fermentación se detiene por la tecnología en frío y la maduración procede para la mejora de las características químico-físicas y organolépticas Ntatsis (2013). Iban Yarza menciona “una lección esencial es que el reposo amasa”. En el reposo ocurre la autólisis o levitación donde la harina se hidrata por completo y el gluten se desarrolla por completo: con mayor capacidad de retener CO₂, buena estructura de calidad alveolar, mas elástica y suave útil con harinas integrales, levado uniforme con mayor volumen, sabores agradables y mejor digestibilidad en la masa horneada.

Los granos andinos y sus derivados constituyen el aporte nutricional más importante de la órbita de la distribución alimentaria. Se recomienda su consumo diario debido a su aporte nutricional para nuestro organismo. La quinua que es una gran fuente de proteína vegetal con 14.6% de proteínas (albuminas + globulinas) de calidad, contiene todos los aminoácidos esenciales como histidina y lisina necesarios para nuestro organismo, 7% de prolaminas que la hace libre de gluten, alto contenido de fibra saciante, 5.6% de grasas con antioxidantes naturales y vitaminas beneficiosas Koziol, (2011). De esta forma se llega a promover un valor agregado a la quinua en la elaboración de nuevos productos con mejores métodos de amasado para mejorar la calidad física, organoléptica y nutricional.

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

El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la influencia de dos métodos en la elaboración de pre-pizza con sustitución parcial de quinua variedad Blanca de Juli y como objetivos específicos analizar el efecto en el análisis fisicoquímico, volumen, porosidad, color, Análisis de Perfil de Textura, análisis sensorial y un análisis químico proximal al mejor tratamiento de la pre-pizza.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Origen de la pizza

Actualmente este apetecible plato es uno de los platos universales y económicos, la pizza llega a gustar a los paladares más exigentes, su origen remonta desde Roma donde se preparaban panes aromatizados con diferentes yerbas aromáticas y aceite de oliva. También desde que los griegos creaban un pan plano llamado Plakous, el cual llevaba varios ingredientes encima; los soldados de Darío El Grande, rey de los Persas, 500 años A.C., tenían un plato similar (Aguirre, 2011).

Pero la pizza tiene como origen principal en Nápoles, Italia, dado que fue allí donde se realizaban tortas finas de pan de forma tradicional, pues las primeras pizzas no llevaban ni tomate ni queso pero es en este lugar que por primera vez en el siglo XVIII se le agregó el ingrediente clave: el tomate seguidamente del queso. Raffaele Esposito creó la famosa pizza Margherita en la que hoy es Pizzeria “Brandi” en 1889. Creada en honor a la reina Margarita Teresa de Saboya, incorpora los característicos colores de la bandera italiana: verde (hojas de albahaca), blanca (mozzarella) y rojo (tomates) (Mangano, 2011).

Nápoles ha sido el epicentro histórico de la pizza por 3 siglos, y fue allí desde donde se expandió al resto de Europa y América. A esta última llegó de mano de inmigrantes italianos en el siglo XIX, popularizándose en ciudades donde Gennaro Lombardi montó la primera pizzería en el nuevo continente (Mangano, 2011).

2.2. Definición de Pizza

La pizza es una comida original de la cocina italiana, es una masa similar al pan de forma redonda aproximadamente de 3 a 5 mm de grosor al cual se coloca salsa de tomate, queso y cualquier tipo de ingredientes al gusto, ha crecido a través de los años, hasta llegar a ser reconocida y consumida a nivel internacional. Los ingredientes que se pueden encontrar en

la pizza dependen básicamente del país en el que se esté consumiendo y del pizzero que la esté preparando (Álvarez, 2011).

La pizza, la pasta, risotto, etc. son las más celebres exportaciones al mundo de la cocina italiana. La pizza entra en la categoría de comida rápida, comida casual, domicilios, take out y gourmet; la pizza representa el 17,5% de la oferta de restauración en el país, y es la cuarta comida preferida a la hora de comer por fuera; la pizza ha ganado considerablemente más terreno con cadenas como Pizza 1969, que han logrado masificar un producto con ingredientes especiales, dándole al segmento nuevos sabores (Aguirre, 2011).

2.3. Masa de pre-pizza

La masa de pizza se elabora normalmente a partir de harina de trigo (harina de fuerza) usada para hacer pan por su alto contenido de gluten, sal marina (fina), azúcar y levadura fresca (refrigerada) de pan que es la levadura de cerveza tradicional que produce una fermentación natural de la masa (Gambino, 2008).

En el mundo de pizzas existe tipos de pizzas la Napolitana es una pizza original, sus ingredientes básicos son la masa de harina levada, el tomate y la mozzarella. La masa se deja levando doce horas y el amasado se realiza a mano. Es muy fina con 35 centímetros de diámetro, 0,4 cm de grosor; new York Pizza Style tiene 45 centímetros de diámetro y la masa incluye agua, azúcar y aceite de oliva además de harina, es de espesor muy fina no suele llevar mozzarella fresca sino baja en humedad; pizza a Taglio de masa con hidratación más alta y esponjosa; pizza Argentina es más esponjosa debido a que lleva más levadura de cuatro horas en el levado de la masa; chicago Pizza Style incluye harina de maíz, con bordes elevados para rellenar y un fondo tostado y sólido que aguante el peso del queso y los ingredientes; sfincione pizza esponjosa, delgada -no más de un centímetro de grosor- y cuadrada típica de Sicilia (Marotogim, 2014).

2.3.1. Ingredientes para la elaboración de masa de pizza

2.3.1.1. Harina

Es el ingrediente más importante en productos horneados, proporciona volumen y estructura, el panadero profesional dispone de una gran variedad de harinas de diferentes calidades y características Wayne (2011). Contiene 63 a 75% de almidón y 7 a 15% de

proteínas, más pequeñas cantidades de humedad, grasa, azúcar y minerales. El 72% es endospermo y el 28 % restante está formado por salvado y cascara, proteínas: son albuminoides que constituye la parte más importante de organismos vivientes, la parte del trigo donde están los aminoácidos nutrientes (Isique, 2014)

Dentro de la clasificación de harinas tenemos las harinas fuertes que contienen 10 a 13% de proteínas utilizadas principalmente en panadería son de gran calidad, elevada absorción de agua, buena propiedad de retención de gas y contiene gran cantidad de proteínas llamadas glutenina y gliadina, que forman el gluten cuando la harina se hidrata y se amasa, miga de buena textura y tiene buena tolerancia a la fermentación (Isique, 2014).

También tenemos las harinas débiles con bajo contenido de proteínas de 7.5 al 10%, forman gluten blando, débil y sin elasticidad que no retiene bien el gas, poca capacidad de absorber agua. Son muy importantes en la producción de pasteles, galletas y pays (Isique, 2014).

Tabla 1.

Tipos de harina usados en la elaboración de productos de panadería.

Tipo de harina	Rango de contenido proteico (basado en un 14 % de humedad)	Rasgos especiales y otras propiedades específicas
CBP (<i>Chorleywood Bread Process</i>)	10,0 - 12,0	% de almidón dañado**, FN de Hagberg***, color
De grado de panadero	11,5 - 12,5	% de almidón dañado, FN de Hagberg, color y fuerza del gluten ****
De pan	12,0 - 13,5	% de almidón dañado, FN de Hagberg, color y fuerza del gluten
Dura	12,5 - 13,5	% de almidón dañado, FN durhagberg, color y fuerza del gluten
Media	11,0 - 12,0	Fuerza del gluten limitada
Blanda	10,0 - 11,0	Hecha de trigos de molienda suave
Débil	9,0 - 10,0	Hecha de trigos de molienda suave y baja capacidad de contenido en gluten
De galleta	9,5 - 10,5	Normalmente con gluten específico de baja resistencia y gran extensibilidad
Integral	12,0 - 14,0	Se especifica el tamaño de las partículas de fibra
De pastel o torta	8,0 - 10,0	Se suele especificar el tamaño de partículas. Se suele tratar con cloro en forma de gas
De pastel o torta con tratamiento de color	8,0 - 10,0	Se suele especificar el tamaño de partículas.

Nota: FN: Falling Number; Cauvain & Young (2006).

El tipo de harina usado en la masa de pizza es primordial, gracias a la molienda puede obtenerse diferentes tipos de harina con menor y mayor incidencia de minerales. La ley italiana los clasifica según el contenido de ceniza, cuando sea menor será más de color blanco porque es realizado solo con el endosperma. El análisis de cenizas en las harinas nos da la medida de calidad del producto final. En la pizzería la harina de interés los tipos “00” y “0” harinas refinadas con bajo contenido de minerales para facilitar la subida (Ntatsis, 2013).

Tabla 2.

Clasificación de tipos de harina según la ley italiana.

Tipo de harina	Humedad máx.	Cenizas min.	Cenizas max.	Proteínas min	Cernido
0	14.50%		0.55%	9%	68%
0	14.50%		0.65%	11%	75%
1	14.50%		0.80%	12%	80%
2	14.50%		0.95%	12%	85%
Integral	14.50%	1.35%	1.65%	12%	100%

Nota: Ntatsis (2013).

2.3.1.1.1. Composición química de la harina

La harina se compone por azúcares complejos almidón de 64 a 74%, a partir de azúcares simples a 1% y de proteínas del 9 a 15%, así como enzimas y minerales. Los azúcares tienen un papel importante en la fermentación, una vez transformados sirven de alimento para la levadura. Dividiéndose en harina soluble de 15% globulina - albumina e insoluble de 85 % glutenina - gliadina (Lazaridou, Vouris, Zoumpoulakis, & Biliaderis, 2018).

El contacto de la harina y el agua por una acción mecánica forman un complejo de proteína llamada gluten, creando una especie de masa elástica: masa glutinica. El gluten absorbe 3 veces su peso en agua y durante la levadura conserva el dióxido de carbono CO₂ desarrollado por la levadura. De esta manera la glutenina hace que la masa sea fuerte y elástica y la gliadina hace que la masa sea extensible, la masa glutinica será fuerte cuanto mayor sea la cantidad de CO₂ retenido. La fuerza de la masa glutinica proporciona la calidad de la harina y se mide mediante el factor de coeficiente llamado “W” (Lazaridou et al., 2018).

2.3.1.1.2. Levadura

La levadura es un hongo, microorganismo vivo, que es responsable de la fermentación de la masa y tiene la característica de usar la malta por dos motivos: por la producción, la alimentación con malta en la presencia de oxígeno (aeróbica), la levadura se reproduce por gemación: De una célula madre, en el plazo de una hora, reproduce otra perfectamente igual y por la fermentación, La alimentación con malta y en la ausencia de oxígeno (anaeróbica), las levaduras transforman los azúcares en dióxido de carbono con el consiguiente aumento

en el volumen de la mezcla, y alcohol etílico que confiere mezcla de perfume (Gao, Lyn Tay, Hui Si Koh, & Zhou, 2017).

La fermentación es el proceso por el cual la levadura actúa sobre los azúcares y los convierte en bióxido de carbono gaseoso y alcohol. Esta liberación de gas es lo que genera la acción leudante en los productos de levadura. El alcohol se evapora por completo después del horneado.

Leudar significa producir o incorporar gases en el producto para aumentar su volumen y dar forma y textura, estos gases deben conservarse en el producto hasta que la estructura tenga la firmeza suficiente (por la coagulación de las proteínas del gluten y el huevo y la gelatinización de los almidones) para mantener su forma. Es importante que los agentes leudantes se midan con precisión, pues incluso cambios pequeños pueden producir defectos graves cuando se trata de productos de panadería. La eficacia de la levadura es debido a los cambios de temperatura a alta temperatura la fermentación será más rápida (Birch, Petersen, Arneborg, & Hansen, 2013).

2.3.1.3. Azúcar

Derivan de la caña de azúcar o de la remolacha, su nombre químico es sacarosa. El azúcar pertenece al grupo de carbohidratos, por estar constituido por carbono, hidrogeno y oxígeno. Grupo que incluye a los almidones. Los dos grupos básicos de azúcares tenemos a los monosacáridos: “azúcares simples” y son directamente fermentables por la levadura. Los principales monosacáridos son: Dextrosa y Levulosa: (fructuosa) azúcar de frutas, disacáridos: “azúcares dobles” los más comunes en panificación son: sacarosa, maltosa y lactosa y polisacáridos: a este grupo pertenece los almidones y la celulosa, ciertos almidones son convertidos en azúcares y fermentables por la levadura y sus enzimas (Wayne, 2011).

La función del azúcar en el área de panificación es agregar dulzura y sabor; suavizan y hacen la textura más fina al debilitar en parte la estructura del gluten; ayuda a una rápida formación de la corteza del pan debido a la caramelización del azúcar permitiendo que la temperatura del horno no ingrese directamente dentro del pan para que pueda cocinarse y también para evitar la pérdida de agua dándole color a la corteza; el azúcar es higroscópico, adsorbe humedad y trata de guardarse con el agua dándole suavidad ablanda la estructura del gluten; incrementar la incorporación de aire durante la preparación del batido de ciertas tortas y ayudar a aumentar su volumen; mejora las características de conservación

al retener la humedad; se comportan como agentes que a creman al combinarlos con grasas y como espumantes al combinarlos con huevo y le proporciona alimento a las levaduras (Madrid, 2001).

2.3.1.3.1. Efecto de sal y el azúcar en la actividad de las levaduras

Tanto la sal como el azúcar afectan a la actividad de las levaduras. En la Figura 3.13 se muestra el alcance de los efectos que acarrea la modificación de la presión osmótica causada por un aumento de la concentración de sal. La sal tiene unas consecuencias más marcadas que el azúcar, en términos de peso, sobre la actividad de las levaduras. las cantidades de sal y azúcar añadidos modifican las elaboración del pan porque afectan al sabor y aroma, la textura y la vida útil del producto y, por tanto, la formulación de los productos fermentados tiene una influencia significativa en la actividad de la levaduras (Wayne, 2011).

2.3.1.4. Suero de leche

La leche posee componente únicos que la hacen imprescindible para una correcta nutrición; contiene lo siguiente: 87.5% de agua, 35% de proteínas animales (caseína, lactalbumina y lactoglobulina) encargadas de fortalecer la estructura de nuestro cuerpo, 45% de lactosa grandes fuentes de energía, 6% de minerales (fosfatos y cloruro de sodio), grandes cantidades de vitaminas A, B y C, además de pocas cantidades de vitamina C y grasas que son sustancias de reserva energética que almacena y aportan energía y vitaminas (Barco, 2007).

El suero de leche o lactosuero que por mucho tiempo fue considerado como un desecho del proceso de elaboración de quesos y mantequillas. Sin embargo tiene un alto valor nutritivo, es la parte que queda de la leche cuando se cuaja. Contiene una gran cantidad de proteínas globulares de alto valor biológico, la fracción de proteína en el suero de leche es el 10% del peso y comprende cuatro tipos de proteínas.

2.3.1.5. Aceite

Los aceites son grasas líquidas. En panificación se usan con menos frecuencia que otras grasas porque se esparcen demasiado en las pastas o masas y acortan demasiado las fibras de gluten en algunos panes y unos cuantos pasteles y panes rápidos se utiliza aceite en vez de grasa. Fuera de esto, la utilidad de los aceites en la panificación se limita principalmente

al engrasado de moldes, a la fritura de donas y como baño o barniz para algunos bollos. Cumpliendo la función de proteger la masa sin gluten, da frescura y fragancia y da una buena estabilidad para la conservación del producto (Wayne, 2011).

2.3.1.6. La sal

El cloruro de sodio (NaCl) sal común usada para la preparación de la masa la sal ejerce efectos positivos sobre la masa dando sabor y aroma sobre la mezcla; refuerza la masa glutinica, facilitando la formación de gluten con fibras más cortas y conectados entre sí por acción electrostática (+/-); promueve la posibilidad de dorado externo durante la cocción de la masa, dándole la textura crujiente; aumenta la firmeza de la masa, gracias a la acción higroscópica: hidrata más la masa sin que sea pegajosa; ejerce una acción antioxidante, para que la mezcla siga siendo blanca y actúa como un antiséptico positivo, ya que mata los microorganismos responsables del desarrollo del muff (Ntatsis, 2013)

La cantidad añadida en la masa varia de 2, 4% y 2,6%, con estas proporciones se obtiene una masa glutinica reforzada. La adición por debajo del 2% se tendrá una masa débil con elevación demasiada rápida más de 4, 5% se obtendra una masa muy fuerte.

Es importante mencionar que la sal nunca se debe colocar junto con la levadura, porque causaría daño irreversible debido a la presión osmótica dada por la sal en las células del agente leudante (Ntatsis, 2013).

2.3.1.7. El agua

El agua es un líquido, incoloro, insípida e inodora de mucha importancia en la elaboración de pizzas. La calidad de agua que se use influirá en la obtención de una pizza de calidad. El agua para la elaboración de productos de panadería debe cumplir con ciertos requisitos que exige la Organización Mundial de la Salud. Organolépticamente el agua debe ser incolora y brillante, inodora e insípida. Según la DIGESA La dureza del agua se da por la presencia de sales minerales y se mide en grados franceses hidrométrico. Un grado hidrométrico francesa corresponde a un gramo de carbono de calcio en 100 ml.

- La dureza ideal para la masa debe ser de 5 a 20 grados
- En caso de ser agua dulce es necesario añadir sal en la masa
- En caso del agua dura se debe desionizar o disminuir la cantidad de sal en la masa.

La temperatura final de la masa debe ser entre 24 a 26°C, La temperatura del agua a utilizar debe calcularse de acuerdo con la fórmula que determina la temperatura final de la masa (Ntatsis, 2013).

2.4. Métodos de amasado en masas de pizzas

2.4.1. Amasado directo

Consiste en el proceso de amasado y aireación, los ingredientes utilizados se mezclan durante 10 min. la masa obtenida es llevada a una fermentación durante 2 h. luego por el moldeado y finalmente por el horneado (Payehuanca & Matos, 2011).

Según Ntatsis (2013) fundamenta dos métodos directos en la elaboración de masa de pizza de la siguiente forma:

2.4.1.1. Amasado directo a temperatura ambiente

Este tipo de método en la elaboración comúnmente es usado a diario, de acuerdo con la W de la harina fijara las horas de elevación (Ntatsis, 2013).

Tabla 3.

Ventajas y desventajas del amasado directo a temperatura ambiente

Ventaja	Desventaja
Velocidad de ejecución	Menor flexibilidad de la masa
Menos mano de obra	Sabor insípido
	Textura áspera
	Menor Volumen

Nota: Payehuanca & Matos (2011).

2.4.1.2. Amasado directo con paso en frigorífico

Este amasado por paso a frigorífico de las bolas de masa, se hacen madurar en el refrigerador durante 24/36 h. (dado por la W de la harina) a una temperatura de 4.3°C, después se deja subir a temperatura ambiente durante unas horas antes de hornear. Este proceso tiene la ventaja de una mayor flexibilidad y considerada de mayor calidad (Ntatsis, 2013).

Tabla 4.

Ventajas y desventajas del amasado directo con paso a frigorífico

Ventaja	Desventaja
Mayor tiempo de ejecución	Mayor flexibilidad de la masa
Mas mano de obra	Maduración de la masa
	Sabor y aromas mejores
	Mayor volumen y viscosidad
	Mejor formación de alveolos

Nota: Payehuanca & Matos (2011).

2.4.2. Amasado indirecto

Este proceso consiste en la elaboración de la masa por dos fases diferentes sea fermento líquido o sólido, en la primera se hace una masa con levadura con una parte de harina, levadura y agua y se deja fermentar y luego se mezcla el resto de la masa con la harina restante (Ntatsis, 2013).

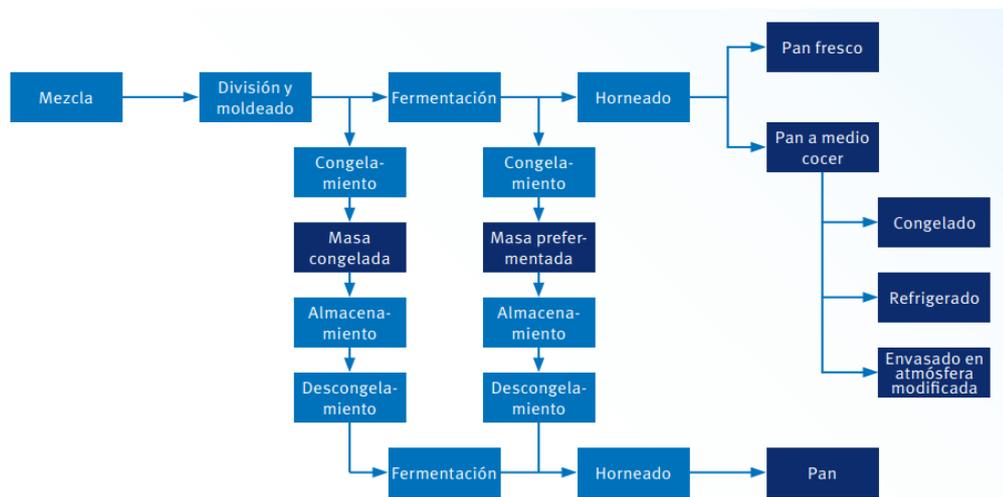


Figura 1. Métodos de amasado en panadería.

2.5. Características de calidad de la masa de pizza

Según Associazione Verace Pizza Napoletana (2016) manifiesta que la calidad de la masa depende mucho de los ingredientes a utilizar en su elaboración como el tipo de harina para la elaboración de masas que ayuden a formar la red de gluten. La temperatura final de la masa, el pH, acidez y densidad dependerán mucho de la fermentación para obtener calidad

física y fisicoquímica en el producto final. Las características de calidad adecuadas que la masa de pizza deben ir seguidas de una variación de $\pm 10\%$.

Tabla 5.

Características de calidad de la masa de pizza

Características	Parámetros
Temperatura de la fermentación	25°C
pH final	5.87
TA/Acidez	0.15
Densidad	0.79 g / cc (+ 34%)
Temperatura final de la masa	22-24°C

Nota: Associazione Verace Pizza Napoletana (2016).

2.6. La quinua (*chenopodium quinoa willd*)

La quinua constituye un cultivo nativo de mucha importancia para la alimentación en la zona andina, es muy importante priorizarla desde el punto de vista industrial para realizar el uso adecuado de sus potencialidades (Mujica, y otros, 2006).

La quinua es un recurso alimentario natural de alto valor nutritivo. Tiene una composición de aminoácidos importantes que confiere alto valor biológico de la proteína. De 10.85-19.25%, de 350 cal/100g, con hierro, calcio y vitamina B.

Por Fernando La quinua es conocida como uno de los alimentos de origen vegetal más nutritivos y completos, su valor biológico y nutricional es comparable o superior a muchos alimentos de origen animal como carne, leche, huevos o pescado. Varios estudios han demostrado que la composición nutricional de la quinua es comparable al de la leche materna (Eguren, 2013).



Figura 2. Grano de quinua.

Tabla 6.
Clasificación botánica de la quinua

Clasificación	Componente
Reino	Vegetal
División	Fanerógramas
Clase	Angiosperma
Sub clase	Dicotiledóneas
Orden	Centrospermas
Familia	Quenopodiácea Chenopodium
Especie	Chenopodium quínoa

Nota: Mujica, Ortiz, Bonifacio, Saravia, Corredor, Romero & Jacobsen (2006).

2.6.1. Composición química del grano de quinua

La quinua es catalogada como un pseudocereal, debido al comportamiento aminoacídico que es similar al de las leguminosas. El contenido de proteínas y grasa de este grano es más alto que en el de otros cereales (Koziol, 2011).

Tabla 7.
Composición del grano de quinua (g/100g) comparándolo con otros cereales

Componente	Quinua (%)	Trigo (%)	Avena (%)
Proteína	12.1	9.2	10.6
Lípidos	12.1	1.5	10.2
Carbohidratos	68.3	71.6	68.5
Fibra	6.8	3	2.7
Ceniza	2.7	1.1	6
Humedad	10.8	16.5	9.3

Nota: Cruz (2005).

Tabla 8.
Contenido de aminoácidos esenciales en quinua, amaranto y trigo (mg de aminoácidos s/g de proteínas)

Aminoácidos	Quinua
Lisina	68
Metionina	21
Treonina	45
Triptofano	13

Nota: Cultivos Andinos FAO, (2017).

Tabla 9.
Contenido de minerales y vitaminas de la quinua (mg/g materia seca)

Minerales	Quinua
Fosforo	387
Potasio	697
Calcio	127
Magnesio	270
Sodio	11.5
Hierro	12
Cobre	3.7
Magnesio	7.5
Vitaminas	Rango
Vitamina A	0.12-0.53
Vitamina E	4.60-5.90
Tiamina	0.05-0.60
Riboflavina	0.20-0.46
Niacina	0.16-1.60
Ácido ascórbico	0.00-8.50

Nota: Cultivos Andinos FAO, (2017).

2.6.2. Fibra de la quinua

Posee un alto porcentaje de fibra dietética total (FDT), lo cual la convierte en un alimento ideal que actúa como un depurador del cuerpo, logrando eliminar toxinas y residuos que puedan dañar el organismo. Produce sensación de saciedad. El cereal en general y la quinua en particular, tiene la propiedad de absorber agua y permanecer más tiempo en el estómago (Cruz, 2005).

La quinua tiene la ventaja de no tener gluten, la proteína de los cereales que no pueden asimilar los bebés antes de los cinco o siete meses, siendo muy recomendable también para los niños celíacos o con otras alergias intestinales. Además posee propiedades antiinflamatorias y cicatrizantes, ayuda en los procesos catarrales y en las infecciones de las vías urinarias, sirve para el tratamiento de abscesos, hemorragias, luxaciones e incluso se está utilizando para la cosmética (Eguren, 2013).

2.6.3. Principales variedades de quinua

Según el MINAGRI en el Perú se posee de variedades comerciales de quinua, y estos se encuentran distribuidos alrededor del país, ya que cada variedad presenta requerimientos

muy diferentes para su adecuada producción. Se pueden mencionar cinco tipos mayores: quinua del valle seco (Junín) y de valles húmedos (Cajamarca el Perú y valles del Ecuador y Colombia), aquellas que se desarrollan en valles interandinos con riego con riego y aquellas que se cultivan en condiciones más agrestes; quinuas del altiplano (blancas alrededor del lago Titicaca y las de colores en la zona zuni) y las producidas cerca al lago Titicaca como: variedad Kancolla, blanca de Juli y Tiahuanaco. Aquellas que se adaptan a las planicies altas de 3900 msnm como: Ccoitu, Cheweca, etc.

Tabla 10.
Principales variedades de quinua encontradas en Perú

Nombre de la variedad	Eflusión de saponina	Color de pericarpio	Color de episperma	Tamaño de grano	Zona de producción
INIA 431 - Altiplano	Nada	Amarillo	Blanco	Grande	Altiplano, Costa
INIA 431 - Amarilla					
Sacaca	Mucha	Gris	Blanco	Grande	Valles Interandinos
INIA 420 - Negra Collana	Nada	Gris	Negro	Pequeño	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
INIA 415 - Pasankalla	Nada	Crema	Rojo	Mediano	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
Illpa INIA	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano
Salcedo INIA	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
Quillahuaman INIA	Regular	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Ayacuchana INIA	Regular	Anaranjado	Blanco	Pequeño	Valles Interandinos
Amarilla Marangani	Mucha	Crema	Blanco	Grande	Valles Interandinos
Blanca de Juli	Poca	Crema	Blanco	Pequeño	Altiplano
Blanca de Junín	Regular	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos, Costa
Cheweca	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Altiplano
Huacariz	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Hualhuas	Nada	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Huancayo	Regular	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Kankolla	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Altiplano
Mantaro	Nada	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Rosada de Junín	Regular	Crema	Blanco	Pequeño	Valles Interandinos
Rosada Taraco	Mucha	Crema	Blanco	Grande	Altiplano
Rosada de Yanamango	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos

Nota: FAO (2017).

2.6.4. Producción de quinua en el Perú

La producción de quinua ha ido incrementando significativamente cuando la ONU declaró “Año internacional de la quinua” en el año 2013, las exportaciones desde esa instancias tuvo un crecimiento acelerado en los años 2014, 2015 el Perú se convirtió en el principal productor y exportador mundial (Soria, 2017).

Según el MINAGRI (2017) Figura 3 estadísticas de la FAO, Perú es el primer productor de quinua con 53.3% donde la región de Puno tubo una producción de 35,166 ton. que es 44.4% registrados actualmente.

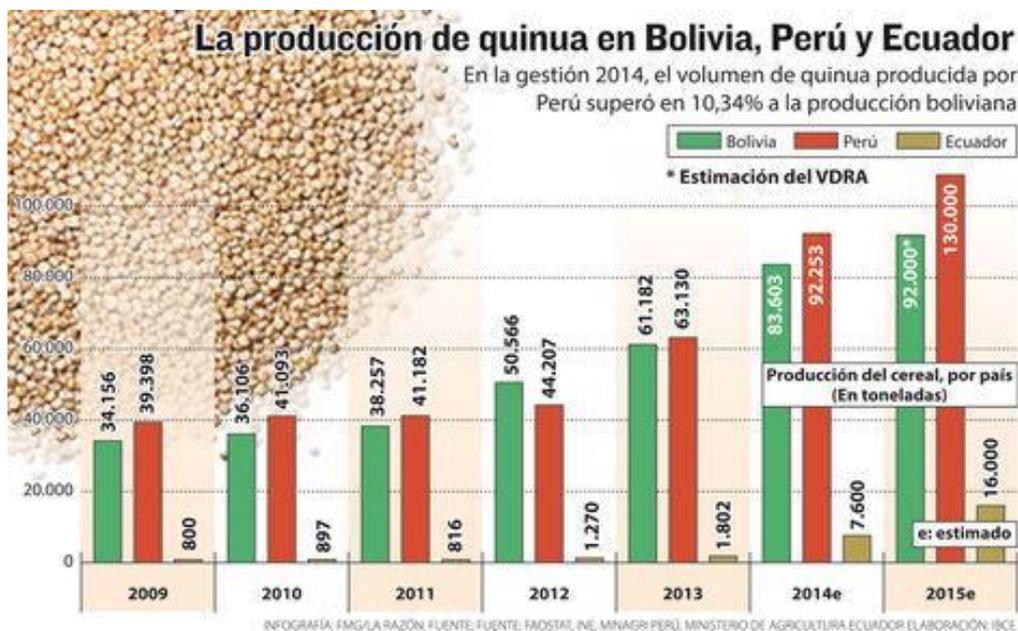


Figura 3. Producción de quinua a nivel mundial.

Nota: MINAGRI (2017)

2.7. Propiedades físicas consideradas en panificación

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

Tabla 11.

Propiedades físicas consideradas en panadería

Propiedades físicas	Concepto
Espesor	Es el grosor (mm) de un producto una característica muy importante que se puede realizar usando un pie de rey de precisión + 0.02 mm. El volumen es la característica más importante en la calidad panadera del trigo harinero y debe mantenerse en condiciones ambientales diversas, lo cual es necesario considerar en el mejoramiento genético. La medición de volumen en productos horneados se realiza una hora después de la cocción, la medición se puede realizar mediante el volumen de las semillas de colza o nabo desplazados por el espacio ocupado por el producto.
Volumen	Determina la calidad del pan que es una relación, el volumen específico se puede calcular mediante el cociente entre el volumen neto del pan y su peso.
Volumen específico	Es la cantidad de materia que tiene un cuerpo que se puede medir en una unidad de volumen. La densidad es masa/volumen, kilogramo por metro cubico.
Densidad	

Nota: Alvis, Pérez, & Arrazola (2011), Espitia et al., (2017).

2.7.1. Color

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

Debido a las características del ojo humano y la teoría tricromática, todos los colores que podemos reconocer en una imagen son los colores primarios: R(Red/Rojo), G(Green/Verde), B(Blue/Azul). En esencia, un modelo de color es la especificación de un sistema de coordenadas tridimensional y de un subespacio de este sistema en el que cada color queda representado por un único punto. Entre los espacios de color utilizados más frecuentes para el procesamiento de imágenes se encuentra el RGB, YIQ, CMY, YCbCr y HSI.

Para distinguir un color de otro son: brillo, tono y saturación. El brillo es la iluminación u oscuridad que se expresa como porcentaje entre 0% (negro) y 100% (blanco). El tono es el color reflejado a través de un objeto, se mide como un ángulo en grados entre 0° y 360°. El tono se identifica por el nombre del color como rojo, naranja o verde. La saturación

(cromatismo) se refiere a la pureza relativa de la cantidad de luz blanca mezclada con el tono es decir, fuerza o pureza del color. La saturación representa la cantidad de blanco que existe en proporción al tono y se mide como porcentaje entre 0% (gris) y 100% (saturación completa). Las coordenadas de tono y saturación definen la cromaticidad, entonces un color puede ser caracterizado por su brillo y cromaticidad (Alonso, 2009).

2.7.1.1. Modelo RGB

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

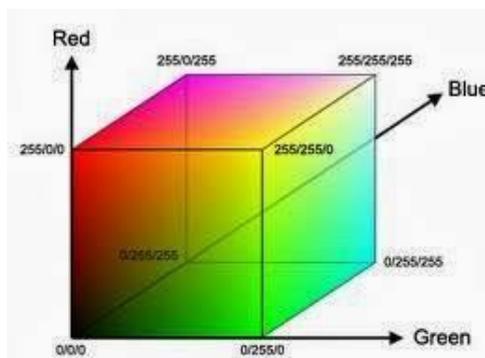


Figura 4. Modelo de RGB.

2.7.2. Porosidad

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

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

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

2.8. Análisis de Perfil de Textura

Es un procedimiento instrumental para medir, cuantificar y desarrollar nuevos parámetros relacionados con la textura, la cual será influenciada por la tasa de deformación y para proveer información objetiva y que se pueda comparar es necesario ejecutar las mediciones bajo unas condiciones estandarizadas. Es una prueba imitativa en cual se pretende producir el masticado de un producto siendo útil en el proceso de control de calidad y manufactura de alimentos. Las propiedades texturales están relacionadas con el flujo, deformación y desintegración del producto las cuales pueden ser evaluadas mediante un Análisis de Perfil de Textura (TPA) (Muñoz & Vega, 2014).

Tabla 12.

Parámetros básicos evaluados durante el TPA

Parámetro	Concepto	Determinación	Unidades
Adhesividad	Trabajo necesario para vencer la fuerza de atracción entre la muestra y una superficie	Área negativa después del primer ciclo de compresión representa el trabajo necesario para separar la superficie del equipo y la muestra	Joule (J)
Dureza	Fuerza necesaria para lograr una deformación determinada.	Máxima fuerza durante el primer ciclo de compresión.	Newton (N)
Resiliencia	Los datos obtenidos de la energía de deformación que las muestras pueden recuperar luego de su primera deformación entendida técnicamente como resiliencia	Fuerza en la primera deformación	Adimensional
Fracturabilidad	Fuerza necesaria para fracturar la muestra	Fuerza en la primera ruptura significativa de la muestra	Newton (N)
Cohesión	“Fuerza” de los enlaces internos que mantiene la estructura de una muestra. Representa la resistencia de un material a una segunda deformación con relación a como este se comportó en un primer ciclo de deformación. Mide el trabajo realizado en la segunda compresión dividido entre el trabajo durante la primera compresión.	Relación entre el área positiva del segundo ciclo de compresión A_2 y el área positiva del primer ciclo A_1 . Excluyendo la posición de áreas durante la descomposición de la muestra	Relación A_2/A_1
Elasticidad	Capacidad que contiene una muestra deformada para recuperar su forma o longitud inicial después que la fuerza ha impactado en ella.	El cociente L_2/L_1	Adimensional . Una longitud dividida por otra longitud
Gomosidad	Fuerza necesaria desintegrar una muestra de alimento semisólido a un estado tal que facilite su ingesta.	Producto de la dureza y la Cohesión.	Newton (N)
Masticabilidad	Fuerza necesaria para masticar un alimento sólido hasta un estado tal que permita su ingesta.	Producto de la dureza, Cohesión y elasticidad	Newton (N)

Nota: Torres, Gonzáles, & Acebedo (2015).

2.9. Análisis sensorial

2.9.1. Prueba de ordenamiento

Esta prueba sensorial utilizada para seleccionar una de las mejores muestras consiste en que los panelistas orden las muestras generalmente desde la propiedad que se desea evaluar, menos intensa hasta la más intensa, de modo que se prefiere que ordene de menor a mayor (anexo L) sobre una escala gráfica. Se puede evaluar el color, la intensidad de los sabores básicos, la preferencia, etc. (Hernandez, 2015).

La prueba es usada en casos de elaboración de nuevos productos, mejorar o igualar a los productos de la competencia, cambiar formulaciones, control de calidad y entrenamiento de panelistas.

2.9.2. Tipos de panel utilizado en las pruebas de afectivas

- **Paneles de consumidores:** constituye el mejor grupo para evaluar la aceptabilidad de un producto ya que se ajusta al perfil de la población consumidora como aspectos demográficos.
- **Paneles no entrenados:** al menos con 50 personas posiblemente formado por empleados de la empresa y solo se empleara para dar un indicio inicial de aceptabilidad.
- **Panel entrenado:** estimula la diligencia para enfocar las medidas objetivamente y la generación de información sobre un conjunto de atributos del producto.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se realizó en el Centro de Aplicación “Súper Bueno” y en el Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITAL), de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión Filial – Juliaca (Km 6, Salida Arequipa – Juliaca). El Análisis de Perfil de Textura se realizó en el laboratorio de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán UNHEVAL en la escuela profesional de Ingeniería de Agronomía Industrial – Huánuco y el análisis fisicoquímicos del producto terminado se llevó a cabo en el laboratorio de Análisis Nutricional de alimentos de la Universidad Nacional el Altiplano UNA – Puno, durante los meses setiembre de 2018 a enero del 2019.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materia prima

La materia prima utilizada para la investigación fue: harina de quinua de la variedad Blanca de Juli, adquirido del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA – Puno, proveniente del distrito de Tahuaco, provincia de Yunguyo; la cual se encuentra 3826 msnm. Los granos de quinua se molieron en un Molino de martillo y enseguida se llevó a un tamizado de malla de 0.5 mm para lograr una granulometría similar a la harina de trigo.

3.2.2. Insumos

- Harina de trigo (Marca: molino)
- Azúcar blanca refinada (Marca: cartavio)
- Levadura fresca marca (Marca: levasaft)
- Mejorador marca (Marca: unipan)
- Sal marina (Marca: blanquita)
- Suero de leche (Marca: calo)

- Aceite vegetal (Marca: cil)
- Agua potable

3.2.3. Reactivos

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

3.2.4. Materiales

- Vaso precipitado de 10 ml y 50 ml marca PYREX
- Matraz de Erlenmeyer 100 ml marca PYREX
- Bureta de Geissler
- Placas Petri marca PYREX
- Desecador
- Rotulador
- Mesa metálica de acero inoxidable
- Espátulas
- Jarras medidoras capacidad de 2 L
- Bandejas metálicas de acero inoxidable
- Moldes de pizza (diámetro: 22cm)
- Moldeador mecánico para pizza
- Bolsas de polietileno
- Tamizador de malla 0.5 mm
- Rodillos

3.2.5. Equipos

- Balanza analítica, con sensibilidad de 0,1 mg
- Balanza gramera con capacidad de 25 kg
- Amasadora de brazos (Marca: BRAESI modelo ALI -25/1)
- Cámara fermentadora (Marca: VENANCIO, serie 0762061003090457, potencia de 1000 W y frecuencia de 60 Hz.)
- Horno a convección (Marca: NOVA, modelo Max 2000 y serie 1712020)

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

3.3. Métodos de análisis

3.3.1. Análisis fisicoquímico de la masa de pre-pizza

3.3.1.1. Determinación de % acidez

Se pesó 2 g de masa de pre-pizza en un erlenmeyer de 100 ml de capacidad, y se mezclaron con 20 ml de agua destilada, al cual se homogenizo por 2 min. se decantó el sobrenadante y se filtró. A esta suspensión se le agregó como indicador 4 gotas de fenolftaleína. Se utilizó como solución de valoración NaOH 0,1 N. se realizó la prueba por triplicado (Lancetti, 2017).

3.3.1.2. Determinación de pH

Se realizó una suspensión de 10 g de masa en 90 ml de agua destilada relación (1:10), homogenizar con una espátula durante 3 min. se decantó el sobrenadante y filtró. Colocar la muestra en un potenciómetro, se realizó la prueba por triplicado (Lancetti, 2017).

3.3.1.3. Humedad

Se desecó la placa petri en la estufa a 105°C por un periodo no menor de 2 horas, se enfrió en el desecado y se pesó de esta manera se consiguió el peso de la placa inicial; se taró la placa, se pesó exactamente 5 g de masa de Pre-pizza; colocar la capsula con la muestra en la estufa, a 105° C por un periodo de 12 horas hasta obtener peso constante. Se retira la capsula de la estufa, colocar en el desecador por 45 min. y pesar.

3.3.2. Análisis de las propiedades físicas del producto final

En la siguiente Tabla 13 se muestra todas las propiedades físicas que se realizaron a las pre-pizzas para determinar su calidad física.

Tabla 13.

Calidad física a realizar al producto final

Propiedades	Método
Peso (g)	Se usó una balanza de capacidad de 1kg para el peso inicial y final de la pre-pizza
Espesor (mm)	Para medir se usó el pie de rey o vernier de precisión ± 0.02 mm
Volumen (cm ³)	Por el método de desplazamiento de semillas de granos de cañihua, usando una tortera de diámetro de 25.8 cm
Volumen específico (cm ³ /g)	Se realizara a través de la relación volumen/peso
Densidad (g/cm ³)	Se realizara por la división de masa/volumen

Nota: Alvis, Pérez, & Arrazola (2011).

3.3.3. Determinación de porosidad por el procesamiento de imagen

Para determinar la porosidad de las pre-pizzas con harina de quinua se cortó un (área de cortado 27.9 cm² aprox.), rebanadas de forma horizontal, para ello se realizó la adaptación de un equipo presentado y mejorado por Rojas (2016) donde se realizó la adquisición de imágenes Figura 5, el equipo consto de una cabina oscura sin interferencia de luz exterior, con iluminación óptima, mediante el uso de fuentes de luz tipo LED (30 watts) de igual simetría que produzca una iluminación uniforme. Con un orificio circular en la parte superior de la cabina para que ingrese la cámara, en la base de color negro se colocó la muestra de rebanadas de pre-pizza.

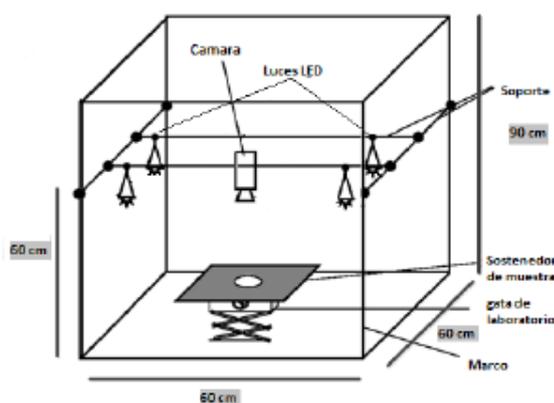


Figura 5. Sistema de procesamiento de imagen.

Se adquirió imágenes digitales de cada muestra con una cámara fotográfica digital (Canon EO5, REBEL T5i) que cuenta con longitud focal de 35 mm, velocidad ISO-100 y

una apertura máxima. Las imágenes se almacenaron en formato JPG de 2304x3456 píxeles. El ángulo de captura fue de 0° y distancia de captura de 25 cm. Las imágenes se analizaron de acuerdo al procedimiento presentado por (Mandal, 2017).

3.3.4. Determinación de color

Se evaluó el color en pre-pizzas usando imágenes en formato JPG para llevarlo al programa Imagen J para adquirir los valores RGB para llevar los datos numéricos al sistema CIELab según Mandal (2017). Se realizaron tres mediciones de color en distintas partes de cada tratamiento de la parte interna de la miga.

3.3.5. Análisis de perfil de textura

Las propiedades mecánicas de la pre-pizza fueron realizadas a partir de una prueba de Análisis de Perfil de Textura (ATP), utilizando un TexturePro CT V1.6, equipado con una celda de carga de 25 kg. La pre-pizza fue considerada en dimensiones: forma cilindro, longitud 5mm, anchura 15 mm y altura 40 mm; realizando cinco mediciones a cada tratamiento. Cada medición se realizó con una sonda de cilindro TA41 – elemento NONE, con un 50% de deformación a una velocidad de 10.00 mm/s y a una velocidad de pretest. 2 mm/s. obteniendo los parámetros de dureza, Resiliencia (fuerza requerida para una deformación predeterminada), Fracturabilidad (Fuerza en la primera ruptura significa en la primera curva), Cohesividad (Fuerza de los enlaces internos en la muestra), Elasticidad (Velocidad a la que una muestra deformada vuelve a su tamaño y forma originales), Gomosidad (fuerza necesaria para desintegrar un alimento semisólido hasta facilitar su ingesta) y Masticabilidad (trabajo necesario para desintegrar hasta que esté listo para ser deglutido).

3.3.6. Evaluación sensorial

3.3.6.1. Adiestramiento

Para obtener la mejor formulación se contó con jueces semi adiestrados, los cuales fueron sometidos a una serie de capacitaciones teóricas y prácticas con el objetivo de identificar la mejor muestra en preferencia general.

3.3.6.2. Prueba de ordenamiento

La evaluación sensorial del producto final se realizó en Centro de Investigación de Tecnología de Alimentos de la Universidad Peruana Unión – Sede Juliaca. Se realizó una prueba de afectiva de ordenamiento que fue evaluada por 40 catadores semi adiestrados (consumidores frecuentes de pizza) a los cuales se le pidió que ordenen las muestras de mayor a menor aceptación con el objetivo de seleccionar la muestra con mayor preferencia.

3.3.7. Análisis químico proximal al producto terminado

El análisis proximal del producto terminado se realizó en el laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos, en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial en la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

Tabla 14.
Análisis proximal según la AOAC. 1994

Características	Norma
Humedad %	
Ceniza %	
Proteínas %	
Materia grasa %	AOAC. 1994
Grasa %	
Carbohidratos %	
Energía calculada kcal/100g	

3.4. Metodología experimental

3.4.1. Elaboración de pre-pizza

Se realizó el diseño experimental DBCA Diseño de Bloques Completamente Aleatorio, tomando como bloques los 2 método de amasado en la elaboración de pre-pizzas con tres niveles de sustitución con harina de quinua tomado a partir de las formulaciones sugeridos por Gupta, Milind, Jeyarani, & Rajiv (2015). La cual tiene como variables respuestas el análisis fisicoquímico de masa, propiedades físicas (Espesor, volumen, volumen específico, densidad, porosidad y textura), calidad organoléptica y análisis proximal del producto terminado. Se adopta la metodología de Bernklau et al. (2017) y Gambino (2008) para la formulación de pre-pizza la cual es usada como base en esta investigación. Su elaboración

está en base a dos métodos de procedimiento: amasado directo y amasado paso a frigorífico según Ntatsis (2013) que argumenta que los modos de amasado generan efecto en las propiedades físicas de la masa. Por tanto el amasado directo es como convencionalmente se hace una masa de pizza el cual va un proceso de horneado y el amasado paso a frigorífico donde se separa la masa después del amasado para ser llevado a una maduración a 4°C por 24 h., pasado esa proceso se acondiciona a temperatura ambiente y finalmente es horneado 150°C por 11 min. En la Figura 3, se muestra a detalle el proceso de elaboración de masas de pre-pizzas.

Como se muestra en la Tabla 15 se muestra la formulación usada para la investigación, donde se trabajó en base a 840 g de harina trigo y harina de quinua en diferentes porcentajes donde se pudo obtener un rendimiento de seis unidades de masas de pre-pizza de 235 g de peso cada unidad.

Tabla 15.
Formulación para la elaboración de pre-pizza

Ingredientes	Porcentaje	Gramos
Harina de trigo	100%	840
Harina de quinua	5% - HQ	42 - HQ
	10% - HQ	86 - HQ
	15% - HQ	126 - HQ
Levadura	1%	8.4
Azúcar	2%	16.8
Aceite	25%	210
Sal	2%	16.8
Mejorador	0.5%	4.2
Suero	5%	42
Agua	50%	420
Propionato de calcio	0.3%	2.52
Kétchup	7%	10

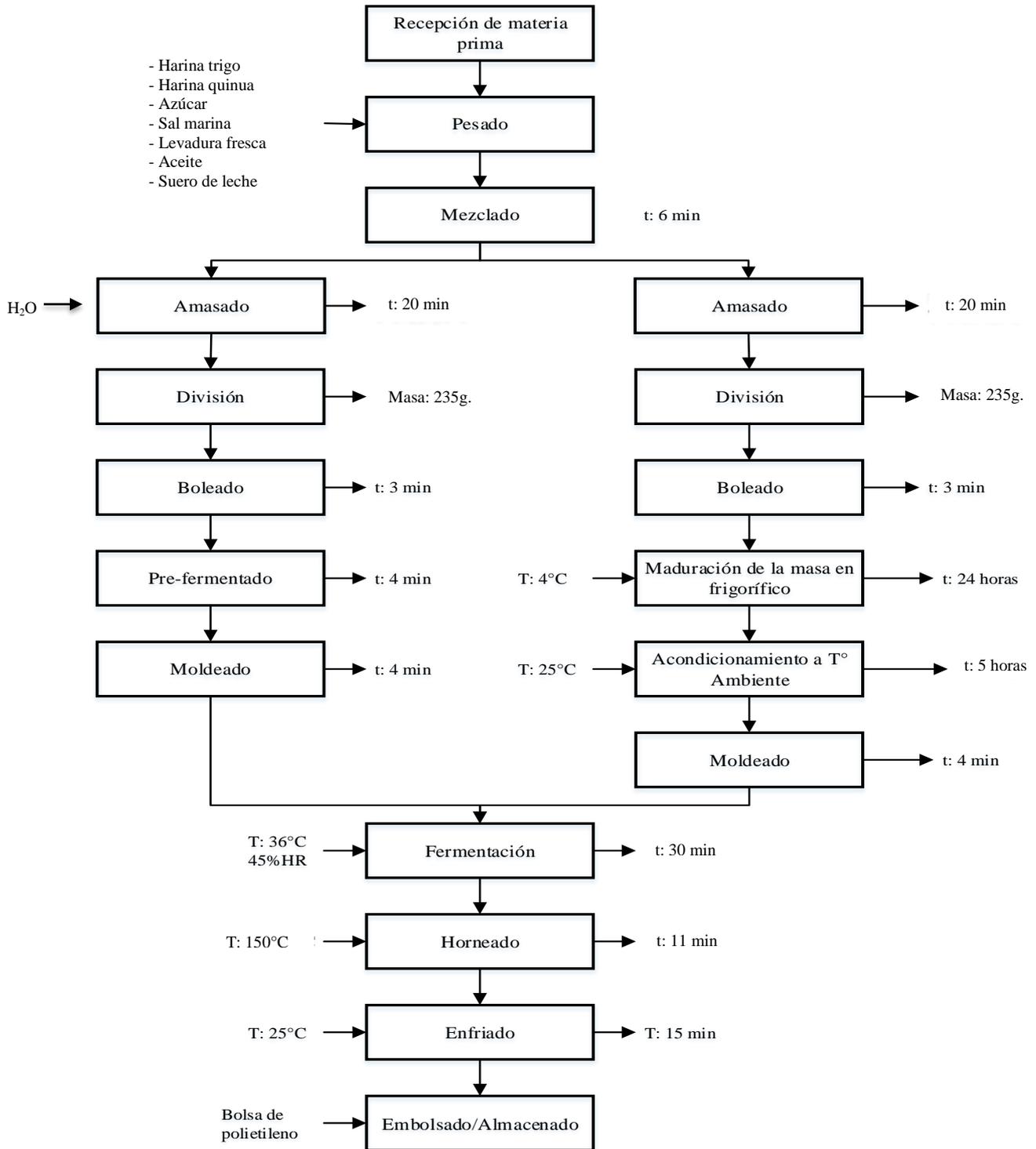


Figura 3. Flujograma para elaboración de pizza por el método directo a temperatura ambiente y pasó por frigorífico.

3.4.2. Descripción del flujograma

- **Obtención de la harina de quinua:** se procedió a adquirir la quinua del Instituto Nacional de Investigación Agraria INIA-Puno la variedad blanca de Juli. Se llevó al molino de martillos y luego se tamizó por tamices N° de malla 0.5mm.
- **Pesado de la materia prima:** Se pesó distintas cantidades de los ingredientes de acuerdo a nuestra fórmula para proceder a elaborar la masa ver Tabla 15.
- **Mezclado - Amasado:** un mezclado de 6 minutos con los ingredientes en polvo y el agua, luego viene el amasado por 20 min agregando la levadura y sal. El amasado se realiza para obtener la una masa elástica.
- **Dosificación:** La dosificación se realizó después del amasado dividiendo masas de 235g.
- **Boleado:** Después de dividir la masa se empezó a darle una forma esférica lo cual se realizó por tres minutos todo el proceso de boleado.
- **Maduración en frío:** una parte de la masa se separa para su maduración a 4°C por 25 h. en una refrigeradora.
- **Moldeado:** El moldeado se realizó durante 4 minutos después del reposo o pre-Fermentación de 4 min. de la masa de pizza se realiza con los rodillos darle forma de pizza a la masa.
- **Fermentación:** la fermentación se realizó a 36°C a una humedad relativa de 45% durante 30 min.
- **Horneado:** Luego de la fermentación llevamos al horno a una temperatura de 150°C por 11 min.
- **Enfriado:** En esta etapa después de sacar las pre-pizza del horno se pone a temperatura ambiente por 15 min., finalmente se empaca en bolsas de polietileno y se almacena a temperatura de refrigeración.

3.5. Diseño estadístico

Todos los datos se evaluaron preliminarmente para demostrar la normalidad y homocedasticidad aplicando la prueba de Anderson Darling para medir la distribución

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

Tabla 16.
Diseño Bloques Completamente Aleatorio (DBCA)

Niveles de sustitución % HQ	Métodos de amasado	
	Amasado directo	Amasado Paso a Frigorífico
5	T1	T2
10	T3	T4
15	T5	T6

Nota: T: tratamiento

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis fisicoquímico

En la Tabla 17 se muestra los resultados de pH, acidez titulable en masa antes y después de hornear y el % de humedad para cada uno de los tratamientos de pre-pizza. El análisis fisicoquímico obtuvo rangos de 5.90 a 5.98 de pH y 0.09 a 0.15 en % acidez en masa antes de hornear, rangos de 6.00 a 6.14 de pH y 0.19 a 0.22 % acidez en masa horneada; las características fisicoquímicas de la masa crea cambios en sus valores debido a que es expuesto a una fermentación a 36°C por 30 min, donde ocurre cambios de pH por la producción de ácido láctico y las enzimas catalizan los azúcares complejos en moléculas simples de glucosa Payehuanca & Matos (2011). La humedad alcanza rangos de 21.20 a 23.95 % de humedad, el amasado paso a frigorífico tiende a poseer mayor % de humedad debido a que la masa es expuesta a temperaturas de 4°C donde sufre una maduración larga de la masa.

Tabla 17.

Valores de pH, acidez titulable y % de humedad en masa y pre-pizza

Método	Niveles de sustitución (%)	Masa de pre-pizza		Pre-pizza		% Humedad en pre-pizza
		pH	% acidez	pH	% acidez	
AD	5	5.91±0.02	0.12±0.01	6.09±0.02	0.19±0.02	21.29±2.14
	10	5.94±0.13	0.09±0.00	6.07±0.00	0.19±0.02	21.20±2.15
	15	5.98±0.07	0.14±0.02	6.06±0.04	0.19±0.02	22.10±2.19
APF	5	5.94±0.07	0.15±0.00	5.92±0.02	0.22±0.02	22.63±1.06
	10	5.92±0.02	0.10±0.02	6.00±0.03	0.24±0.00	23.95±2.24
	15	5.90±0.04	0.12±0.03	6.14±0.05	0.21±0.03	23.03±2.21

Nota: AD: Amasado Directo; APF: Amasado paso a Frigorífico y Los valores son medias de tres réplicas (±) desviación estándar

Estudios realizados por la AVPN (2016) evaluaron los valores fisicoquímicos en masas de pizzas donde establecen valores de 5.87 para pH y 0.14 para el % de acidez. Los valores

fisicoquímicos de la investigación coincide con lo hallado por Gambino (2008), donde obtuvo 5.83 a 6.25 de pH y 1.18 a 1.47 % de acidez en pizzas con sustitución parcial de harina de okara. Los valores de acidez están debajo del nivel máximo permitido de 0.70% establecido por El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, (2011) para productos de bollería.

El potencial de Hidrogeno como el % de acidez de las masas de pre-pizza están en un estado ácido que nos indica la calidad del producto. El ambiente ácido de las masas favorece a la formación del gluten y a lograr una masa más extensible así como retrasa el desarrollo de microorganismo (Gloria & Joaquín, 2010).

4.2. Análisis de las propiedades físicas del producto terminado

Para la evaluación de las propiedades físicas de la pre-pizza, se estandarizó el proceso y la formulación realizados de acuerdo a los reportes de Gambino, (2008), las mejoras en la calidad de masa de pizza recomendados por Ntatsis (2013) en piezas de 235 g de masa para obtener masas de 24 cm de diámetro de 10 a 15 min. de horneado sugeridos por Stear (2011), las propiedades físicas se realizaron 24 h. después del horneado. Las pre-pizzas con diferentes métodos de amasado mostraron diferencias en cuanto al espesor como se muestra en la Figura 6 que representa gráficamente los efectos por los métodos usados. Por otro lado el proceso de horneado fue homogéneo y las partículas de aire (poros) generados por el método de masado fueron heterogéneos y homogéneos según método aplicado.

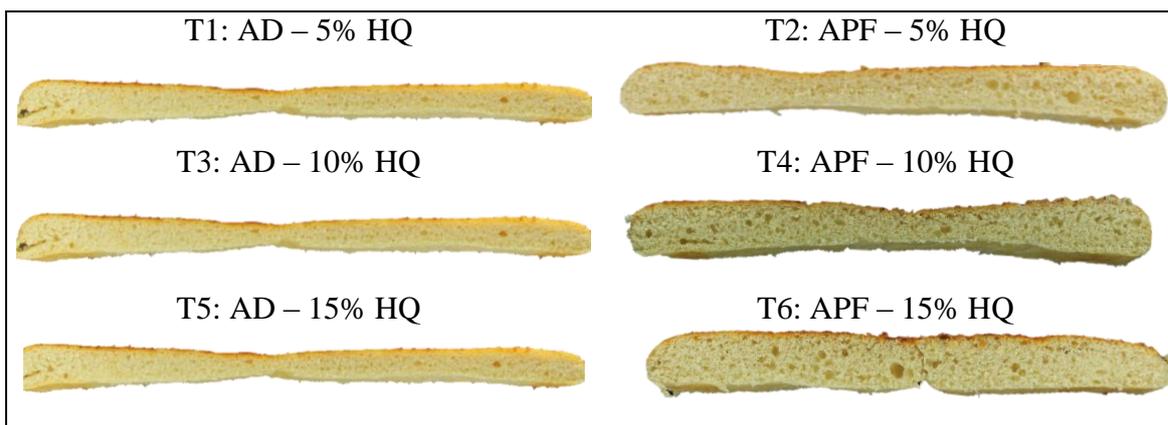


Figura 6. Representación gráfica de los tratamientos del Diseño de Bloques Completamente Aleatorio.

Nota: Representación gráfica de los tratamientos del Diseño de Bloques Completamente Aleatorio, T1 (Amasado directo con 5% de harina de quinua), T2 (Amasado Paso a Frigorífico con 5% de harina de quinua), T3 (Amasado directo con 10% de harina de quinua), T4 (Amasado Paso a Frigorífico con 10% de harina de quinua), T5 (Amasado directo con 15% de harina de quinua) y T6 (Amasado Paso a Frigorífico con 15% de harina de quinua).

4.2.1. Efectos de los métodos de amasado en las propiedades físicas

En la Tabla 18 se muestra los resultados de las propiedades físicas de la masa de pre-pizza los cuales están en unidades: espesor (mm), volumen (cm^3), volumen específico (cm^3/g) y densidad (g/cm^3). Se observa que hay significancia estadística entre los tratamientos ($p < 0.05$), por el método amasado y las sustituciones de harina de quinua. Obteniendo mayores valores de espesor por el método de amasado paso a frigorífico con 5% harina de quinua (14.79 mm), seguidos por el 10% harina de quinua (13.62 mm), con 15% harina de quinua (12.43 mm) y finalmente los tratamientos por el método amasado directo no mostraron mucha variación en sus valores de espesor en rangos de 10.66 mm, 10.97 mm y 10.14 mm. Para el volumen influyo también los métodos usados, como se puede ver el amasado paso a frigorífico obtuvo rangos de 600.91 a 647.93 cm^3 ; el volumen específico rangos de 2.87 a 3.09 cm^3/g ; densidad en rangos de 0.32 a 0.35 g/cm^3 . Seguido por el amasado directo con valores en volumen 424.99 a 426.73 cm^3 ; volumen específico en rangos de 2.04 a 2.07 cm^3/g y densidad en rangos de 0.48 a 0.49 g/cm^3 . Distinguiéndose así como influyo los métodos usados en la investigación y cómo interviene los niveles de sustitución en los tratamientos.

Tabla 18.

Valores de las propiedades físicas para cada tratamiento

Método	Niveles de sustitución HQ (%)	Espesor (mm)	Volumen en (cm ³)	Volumen específico en (cm ³ /g)	Densidad (g/cm ³)
AD	5	10.66±0.45 ^{Bd}	426.73±3.02 ^{Bc}	2.05±0.02 ^{Bc}	0.49±0.0043 ^{Aa}
	10	10.97±0.22 ^{Bd}	424.99±3.02 ^{Bc}	2.04±0.01 ^{Bc}	0.49±0.003 ^{Aa}
	15	10.14±0.47 ^{Bd}	426.73±3.02 ^{Bc}	2.07±0.02 ^{Bc}	0.48±0.006 ^{Aa}
APF	5	14.79±0.18 ^{Aa}	646.19±7.98 ^{Aa}	3.09±0.03 ^{Aa}	0.32±0.003 ^{Bc}
	10	13.62±0.13 ^{Ab}	647.93±5.23 ^{Aa}	3.08±0.02 ^{Aa}	0.32±0.003 ^{Bc}
	15	12.43±0.40 ^{Ac}	600.91±5.23 ^{Ab}	2.87±0.03 ^{Ab}	0.35±0.004 ^{Bb}

Nota: Los valores son medias de tres réplicas \pm desviación estándar; ^{A,B} Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes ($p < 0.05$) por método de amasado; ^{abcd} Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$) por % de sustitución; HQ: Harina de Quinoa; AD: amasado directo; APF: amasado paso a frigorífico.

En análisis estadístico en las propiedades físicas de masas de pre-pizzas, para espesor ($p=0.115 > 0.005$) indica que proviene de una distribución normal mientras para volumen, volumen específico y densidad ($p=0.005 < 0.05$) entonces no muestra haber sido seleccionado de una población normal ver Anexo A y para la homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) entonces las varianzas homogeneidad cumpliendo los supuestos. El análisis de varianza (ANOVA) por el método de amasado y por los niveles de sustitución si mostro significancia ($p < 0.05$) para las propiedades físicas de la pre-pizza ver Anexo B. La prueba de Tukey indica que el mejor método son los tratamientos por amasado paso a frigorífico; también indica que el mejor tratamiento y significativo es a 5% de harina de quinua para la variable respuesta espesor, para volumen y volumen específico el mejor tratamiento y significativo es 5 y 10% de harina de quinua y para la densidad los tratamientos amasado directo son significativos ya que no comparten una letra en común.

Para Gupta et al. (2015) Las cortezas de pizza pueden dividirse en dos tipos: corteza delgada y corteza gruesa tipo pan, donde hallo rangos de 22 a 27 mm para pizzas con sustituyendo de 5, 10 y 15% de aislado de proteína de soja, estos valores son mayores a los reportados en esta investigación, esto se debe por ser de corteza tipo pan, en la investigación se trabajó del tipo de corteza esponjosa donde el espesor debe ser menor a 1 cm de acuerdo con Marotogim, (2014) obteniendo rangos de 10.14 a 14.79 mm de espesor. Los valores de espesor varían según el método de amasado y los niveles de sustitución para Gupta et al. (2015) menciona que a medida que aumenta el nivel de sustitución las características de

espesor serán afectadas negativamente pero si esto es contrarrestado con ayuda de aditivos mejora la calidad del laminado y produce una mejoría de la masa. Stear (2011) recomienda obtener una lámina de masa aproximadamente de 10 mm de espesor en el moldeado, esta sugerencia se asemeja al espesor de la investigación.

Para el volumen de la pre-pizza, Gambino (2008) determino el volumen de un pan pizza con base en okara, obteniendo un valor de 90.18 cm³ debido a que trabajo con masas de 65 g en moldes de 9 cm de diámetro, con respecto a la investigación fue de 424.99 a 426.73 cm³ valores para el amasado directo y 600.91 a 647.93 cm³ para amasado paso a frigorífico debido a que se trabajó con piezas de 235 g de masa en moldes de 22 cm de diámetro. Gupta et al. (2015) asienta que a medida que aumenta la sustitución las propiedades físicas como el volumen serán afectados negativamente de tal modo fue afectado el amasado directo debido a que la concentraciones quinua aumentaron ya que estas contienen proteínas globulares y no tienen propiedad de formar gluten.. Espitia et al. (2017) menciona que el volumen tiene estrecha relación con la cantidad y calidad de proteínas donde las proteasas actúan sobre las propiedades de las proteínas formando una red de proteínas fuerte dando una mejor textura, mejor capacidad de retención de gas y mayor volumen de pan. López (2015) el descanso en frío hace que las hebras de gluten y las burbujas de aire formados en el amasado se fortalezcan, cuando más fría este la masa cuando la moldeamos menos burbujas saldrán de ellos, además estas masas que son de una fermentación lenta y fría demuestran una mejor estructura este es el motivo por el cual los tratamientos paso a frigorífico obtuvieron mayores valores de volumen.

En el volumen específico para el amasado directo se obtuvo rangos de 2.04 a 2.07 cm³/g y para el amasado paso a frigorífico rangos de 2.87 a 3.09 cm³/g, respecto a los encontrados en la literatura hallaron valores entre 3.38 a 5.36 cm³/g debido a que trabajaron con mayores porcentajes de sustitución y mayor tiempo de horneado donde a mayor tiempo de horneado mayor será el volumen específico Vega, Marco, & Risio (2016). Si se desea obtener altos valores de volumen específico debe emplearse la mayor cantidad de harina de trigo y menor cantidad de harinas sucedáneas para no afectar el volumen específico ratificado por Alvis, Pérez, & Arrazola (2011). Los tratamientos para amasado paso a frigorífico no fueron afectados debido a que el método favorece a fortalecer a la red de gluten.

Para la densidad comparado con la Regulaciones para Pizza Napolitana la densidad no debe superar lo en 0.79 g/cc ([AVPN], 2016), nuestros resultados están debajo de ese rango lo que indica que esta en rangos permitidos para la elaboración de masa de pre-pizza.

4.2.2. Efecto de los métodos de amasado en la porosidad

El análisis de porosidad está de acuerdo al procedimiento presentado por Mandal (2017), dichos resultados se muestran en la Tabla 19, presentando la cantidad de poros obteniendo rangos 28.29 a 56.90x10³ para amasado directo y valores de 37.12 a 43.12 x10³ para amasado paso a frigorífico en un área de pizza de 375.81 cm² en efecto no muestra diferencia significativa (p < 0.05) los métodos de amasado no afecta en la cantidad de poros ver Anexo B; luego un área total de poros de 10.34 a 31.48 mm² para el amasado directo y valores de 32.09 a 43.37 mm² para el amasado paso a frigorífico; seguido por fracción por área de los poros de 6.58 a 19.59 % para el amasado directo y valores de 19.63 a 27.77 % para el amasado paso a frigorífico y por ultimo tamaño promedio de los poros de 0.05 a 0.24 mm² para el amasado directo y valores de 0.21 a 0.24 mm² para el amasado paso a frigorífico en un área de corte de pizza de 1.55 cm², el amasado paso a frigorífico dio mayor tamaño de poros evidenciando el efecto de los dos métodos de amasado en la estructura alveolar de la miga de la pizza donde son estadísticamente significativos ver Anexo B.

Tabla 19.

Resultado del análisis obtenido del software Imagen J para la porosidad

Método	Niveles de sustitución HQ (%)	Cantidad de poros 1.55 cm ²	Cantidad de poros x10 ³ Pizza entera	Área total de los poros mm ²	Fracción por área de los poros %	Tamaño prom. de los poros mm ²
AD	5	203±13.87	49.52±3.37 ^{Ab}	10.34±3.23 ^{Bb}	6.58±2.01 ^{Bb}	0.05±0.02 ^{Bc}
	10	116±5.69	28.29±1.38 ^{Ad}	28.01±2.58 ^{Bab}	17.93±1.65 ^{Bab}	0.24±0.01 ^{Ba}
	15	334±5.29	56.90±1.29 ^{Aa}	31.48±11.80 ^{Ba}	19.59±6.57 ^{Ba}	0.13±0.05 ^{Bbc}
APF	5	177±11.93	43.12±2.90 ^{Ac}	43.37±6.29 ^{Aa}	27.77±4.03 ^{Aa}	0.24±0.02 ^{Aa}
	10	174±8.19	42.31±1.99 ^{Ac}	37.07±8.60 ^{Aa}	23.27±5.61 ^{Aa}	0.21±0.06 ^{Ab}
	15	153±9.87	37.12±2.40 ^{Ac}	32.09±4.21 ^{Aa}	19.63±2.64 ^{Aa}	0.21±0.02 ^{Ab}

Nota: Los valores son medias de tres réplicas ± desviación estándar; ^{A,B} Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes (p< 0.05) por método de amasado; ^{abcd} Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (p< 0.05) por % de sustitución y HQ: Harina de Quinoa.

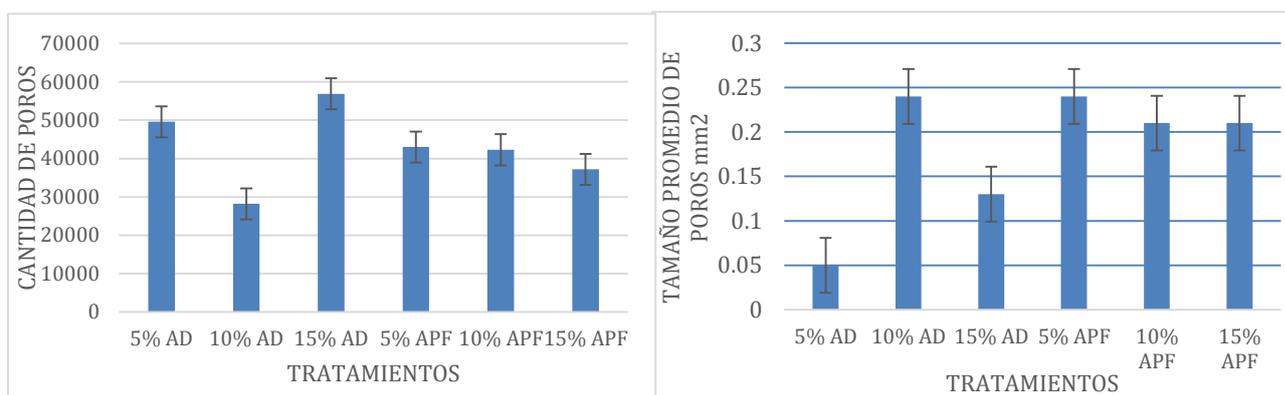


Figura 7. Representación gráfica de la cantidad de poros y tamaño promedio de poros mm².

En análisis estadístico en la porosidad de masas de pre-pizzas cumplen los supuestos de normalidad para porosidad aprobando que el conjunto de datos procede de una distribución normal menos para tamaño promedio de poros ($p=0.03 < 0.05$) ver Anexo A y una homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) entonces no podemos afirmar que las varianzas son distintas es decir cumple los supuestos de homogeneidad de varianzas. El análisis de varianza (ANOVA) cantidad de poros por el método de amasado no mostro significancia ($p=0.380 > 0.05$) sin embargo si genero significancia estadística por sustitución de harina de quinua ($p=0.000 < 0.05$); por otro lado los demás parámetros de porosidad si hubo significancia tanto por el método de amasado y por los niveles de sustitución de harina de quinua ver Anexo B. La prueba de Tukey indica que el mejor método es el amasado paso a frigorífico; para cantidad de poros el mejor tratamiento es el amasado directo con 15% de harina de quinua siendo todos significativos por sus medias, para área total y fracción por área el amasado directo con 15% de harina de quinua y los tratamientos con amasado paso a frigorífico son significativos porque no comparten una letra en común y para tamaño promedio de poros los más significativos son amasado directo con 10% de harina de quinua por el amasado paso a frigorífico.

Después del producto terminado se forma una fase dispersa (aire) formándose la estructura conocida como miga. Para la cantidad de poros de acuerdo con Cruz, Alvarez, Espino, & Güemes, (2018) en un 1 cm² de área obtuvo un numero de celdas en una pizza libre de gluten de 833 con un área total de 0.007 y en una pizza convencional una cantidad de 1266 de poros con un área total de 0.002 asimismo Francesca et al. (2019) En un estudio

de pizzas habituales realizo la porosidad en un área de 1cm^2 de rebanada obtuvo un numero de 160 de presencia de burbujas. Comparando con la literatura nuestros datos se asemejan al estudio hecho por (Francesca et al., 2019) en tanto la diferencia con otras investigaciones puede deberse a la formulación utilizada ya que en esta investigación se utiliza diferentes ingredientes como las harinas usadas.

Según Güemes, Totosaus, Hernandez, Soto, & Aquino, (2009) las medidas del tamaño de alveolo en la estructura de la miga es una cualidad de calidad en masas horneadas. De acuerdo con Francesca et al. (2019) en pizzas de control alcanzo un valor de 2.28 mm^2 de tamaño promedio de poro y Cruz et al., (2018) obtuvo un tamaño de poros o celdas en pizza libre de gluten un valor de 2.90 mm^2 y en pizza estándar un tamaño de celda de 0.83 mm^2 ; el autor asume que a mayor cantidad de alveolos con un área menor a 1 mm^2 de tamaño de alveolo indica calidad alveolar por presentar alveolo cerrado y uniforme lo que otorga flexibilidad y manejo sin rupturas ni desmoronamiento y además una menor permeabilidad a los demás parámetros de textura. Así mismo menciona que a 2.90 mm^2 muestra < cantidad de alveolos y migas muy abiertas lo que exterioriza una baja calidad alveolar. Pero en nuestra investigación el tamaño de celdas esta debajo de 1 mm^2 lo que indica que si tiene calidad alveolar tanto para el amasado directo y paso a frigorífico. El amasado paso a frigorífico mostro un efecto en el tamaño de poros puesto que es una tecnología en frio que detiene la fermentación y la maduración procede la mejora de las características química, física y organoléptica. La maduración de la masa es indispensable para las enzimas amilasas y proteasas fortaleciendo las hebras de gluten ayudando a retener mejor CO_2 . La tecnología en n frio (Cicchi, 2017).

Para la sustitución en masas Flores & Flores (2015) fundamenta que los valores distintos de porcentajes de harina sucedáneas en la elaboración de pan afecta la porosidad tanto en su estructura y tamaño de alveolo. Csima, Nogula, Fekete, & Lambert (2009) del mismo modo afirmo una masa con sustitución disminuye la retención de CO_2 lo que provoca migas menos aireadas con tamaño de células diminutas y con menor porosidad. Asimismo Según Güemes et al., (2009) fundamenta si la masa muestra mayor cohesividad por ende los poros son más cerrados, en el análisis de perfil de textura Tabla 21 los tratamientos de amasado directo da valores más cohesivos esto explica en la porosidad que el tamaño de celdas sea menor en el

amasado directo es decir mayor cohesividad será menor el tamaño de alveolo esta condición incluso genera más dureza en las muestras.

Por otra parte en la Figura 7 se observa la distribución alveolar, celdas y túneles en la miga de las rebanadas obtenidas del centro de la tajada de la pre-pizza donde se puede ver que los tratamientos por amasado directo presentan una distribución alveolar heterogénea mientras el amasado paso a frigorífico presencia poros de mayor tamaño y estructura alveolar homogéneo.

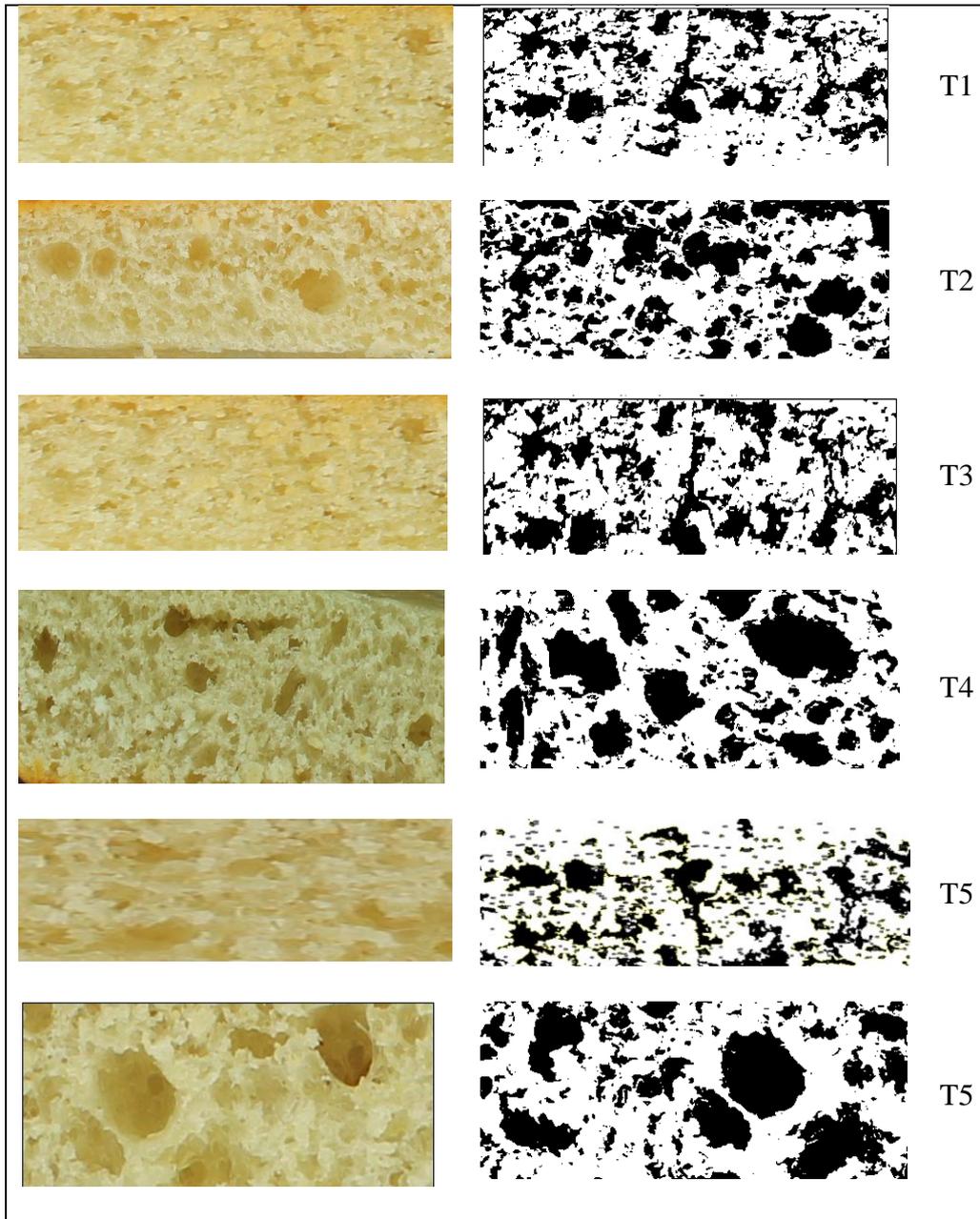


Figura 8. Imágenes obtenidas correspondientes al centro de las tajadas de la pre-pizza.

Nota: T1 (AD – 5% de quinua), T2 (APF – 5% de quinua), T3 (AD – 10% de quinua), T4 (APF– 10% de quinua), T5 (AD – 15% de quinua), T6 (APF – 15% de quinua).

La maduración de la masa de forma lenta y a frío por más de 24 h. genera una distribución alveolar de mayor tamaño es decir formación de burbujas de aire más desarrolladas; una masa con estructura bastante estrecha y pequeños orificios no es lo ideal, una pizza perfecta debe tener una textura abierta y muy aireada en la miga (López, 2015).

4.2.3. Efecto de los métodos de amasado en el color

En cuanto a las mediciones de color se muestra en la Tabla 20, se observa los resultados del color en masas de pre-pizza por los niveles de sustitución con harina de quinua en la variación del color, en valores L*, a* y b*. Los valores para luminosidad para el amasado directo para el parámetro L* sus valores demuestra que el color de la miga son claras, los valores de cromaticidad de a* en 5 y 10% de harina de quinua tienen tendencia a color primario verde y a 15% de harina de quinua muestra tendencia a color rojo. En tanto para el amasado paso a frigorífico L* sus valores demuestra que el color de la miga son claras, los valores de cromaticidad de a* tienen tendencia a verde y b* tendencia a color amarillo. Los métodos de amasado no influyeron en el color más los niveles de sustitución si mostraron una variación de luminosidad y cromaticidad.

Tabla 20.

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

Método	Niveles de sustitución HQ (%)	Color (miga interior)		
		L*	a*	b*
AD	5	72.02±1.19 ^{Aab}	-0.17±3.18 ^{Ab}	33.74±2.92 ^{Aa}
	10	69.99±1.32 ^{Aab}	-2.73±0.12 ^{Abc}	34.47±0.89 ^{Aa}
	15	69.71±6.85 ^{Aab}	6.61±0.59 ^{Aa}	26.85±21.36 ^{Aa}
APF	5	73.89±1.26 ^{Aa}	-2.43±0.35 ^{Bbc}	34.80±0.97 ^{Aa}
	10	71.50±2.12 ^{Aab}	-4.90±0.55 ^{Bcd}	33.98±1.61 ^{Aa}
	15	64.17±1.72 ^{Ab}	-7.06±0.49 ^{Bd}	31.70±1.34 ^{Aa}

Nota: Los valores son medias de tres réplicas ± desviación estándar; ^{A,B} Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes (p< 0.05) por método de amasado; ^{abcd} Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (p< 0.05) por % de sustitución y HQ: Harina de Quinua.

En análisis estadístico en el color cumple el supuesto de normalidad salvo para el parámetro a* (p=0.007<0.05) y b* (p=0.005<0.05) probando que el conjunto de datos no procede de una distribución normal y cumple los supuestos de homocedasticidad para todos parámetros de color es decir cumple los supuestos de homogeneidad de varianzas ver Anexo A. El análisis de varianza (ANOVA) fue significativo para los valores L* de luminosidad por porcentaje de sustitución menos por método de amasado (p=0.721<0.05), para el parámetro a* (verde) son estadísticamente significativo y para el parámetro b* no mostró significancia estadística por el método de amasado (p=0.644>0.05) ni por el porcentaje de sustitución (p=0.874>0.05) ver Anexo B. La prueba de Tukey indica que hay diferencia

estadística siendo los mejores tratamientos son amasado paso a frigorífico con 5 y 15% con harina de quinua para el parámetro L* indicando que son más luminosos; para el parámetro a* (rojo) fue el mejor y más significa entre las demás medias y para el parámetro b* todos son de iguales significativamente diferentes.

Para una pizza convencional de control que realizo Francesca et al. (2019) obtuvo valores para L* de 44.38, a* 1.94 y para b* 13.19 y también pizzas con diferentes bacterias ácidos lácticas se obtuvo rangos de L* 74.28, a* 0.31 y b* 20.16 su estudio demuestra que puede afectar de manera diferente la apreciación de la pizza horneada en el color de la corteza. Astiz, Molfese, & Seghezzo (2013) quien trabajo con sustituciones de harina de quinua en masas de pan fundamenta que los valores de L* disminuye con la sustitución y los parámetros a* y b* aumentan, entonces estos valores señalan un oscurecimiento acentuado de la miga de la mezcla.

Tan pronto la masa toca el horno las burbujas de aire en su interior comienzan a expandirse donde la red de gluten se estira al máximo. El calor hace que el gluten se solidifique dando la estructura al pan, la corteza exterior adquiere color a medida que las proteínas y los azúcares experimentan la red de Maillard un complejo de reacción químicas que produce un complejo de aromas y colores (López, 2015).

4.3. Análisis de perfil de textura

A continuación en la Tabla 21 se presentan los parámetros del análisis de perfil de textura para la masa de pre-pizza para evaluar el efecto de dos métodos de amasado con diferentes niveles de sustitución de harina de quinua donde se obtiene rangos de 3.06 a 10.59 N para la dureza; valores de 0.12 a 0.20 para la resiliencia; rangos de 0.51 a 0.59 para la Cohesividad; rangos de 4.23 a 10.82 para la elasticidad; valores de 1.71 a 6.39 N y rangos de 0.01 a 0.05 J para la masticabilidad. Como se puede ver los métodos de amasado mostraron un efecto en las masas, obteniendo resultados más propicios para para el amasado paso a frigorífico; también se puede observar que los porcentajes de harina de quinua influyeron en los parámetros de la textura de pre-pizza.

Tabla 21.

Valores para el Análisis de Perfil de Textura para la pre-pizza

Método	Niveles de sustitución HQ (%)	Dureza (N)	Resiliencia	Fracturabilidad (N)	Cohesividad	Elasticidad	Gomosidad (N)	Masticabilidad (J)
AD	5	6.46±1.08 ^{Abc}	0.17±0.02 ^{Aab}	6.46±1.08 ^{Abc}	0.57±0.03 ^{Aa}	6.55±1.46 ^{Bab}	3.68±0.70 ^{Abc}	0.04±0.02 ^{Aab}
	10	7.52±1.26 ^{Aab}	0.17±0.03 ^{Aab}	7.52±1.26 ^{Aab}	0.57±0.05 ^{Aa}	5.85±0.73 ^{Bab}	4.27±0.62 ^{Ab}	0.05±0.03 ^{Aa}
	15	10.59±3.35 ^{Aa}	0.20±0.03 ^{Aa}	10.59±3.35 ^{Aa}	0.59±0.04 ^{Aa}	4.23±2.31 ^{Bb}	6.39±1.95 ^{Aa}	0.05±0.02 ^{Aa}
APF	5	3.06±0.88 ^{Bd}	0.12±0.01 ^{Bc}	3.06±0.88 ^{Bd}	0.56±0.06 ^{Aa}	10.82±4.52 ^{Aa}	1.71±0.58 ^{Bd}	0.01±0.01 ^{Bb}
	10	4.12±1.94 ^{Bcd}	0.13±0.02 ^{Bc}	4.12±1.94 ^{Bcd}	0.53±0.06 ^{Aa}	9.78±2.92 ^{Aa}	2.18±1.03 ^{Bcd}	0.02±0.02 ^{Bab}
	15	6.20±0.87 ^{Bbcd}	0.14±0.02 ^{Bbc}	6.20±0.87 ^{Bbcd}	0.51±0.06 ^{Aa}	6.89±4.67 ^{Aab}	3.16±0.70 ^{Bbcd}	0.02±0.02 ^{Bab}

Nota: Los valores son medias de tres réplicas \pm desviación estándar; ^{A,B} Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes ($p < 0.05$) por método de amasado; ^{abcd} Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$) por % de sustitución; AD: amasado directo; APF: amasado paso a frigorífico y HQ: Harina de Quinoa.

En el análisis estadístico los supuestos de normalidad para la dureza sigue una distribución normal de sus valores en tanto para los demás parámetros de textura ($p < 0.05$) lo que indica que no hay evidencia de haber sido seleccionados de una población normal ver Anexo A y para la homocedasticidad la elasticidad ($p = 0.004 < 0.05$) por lo tanto no cumple el supuesto de varianzas homogéneas en tanto los demás parámetros restantes cumplen el supuesto de homogeneidad de varianzas de Levene ver Anexo B. el análisis de ANOVA muestra significancia estadística para los parámetros de textura ($p < 0.05$) originando efecto sobre los métodos de amasado y por los porcentajes de sustitución de harina de quinua salvo para el parámetro de cohesividad ($p = 0.629 > 0.05$) por el método de amasado y ($p = 0.749 > 0.05$) por los niveles de sustitución ver Anexo B. La prueba de Tukey muestra que los métodos de amasado tuvo un efecto en las masas de pizzas y revela que si hay diferencia significativa entre las medias de los tratamientos entre los parámetros de textura.

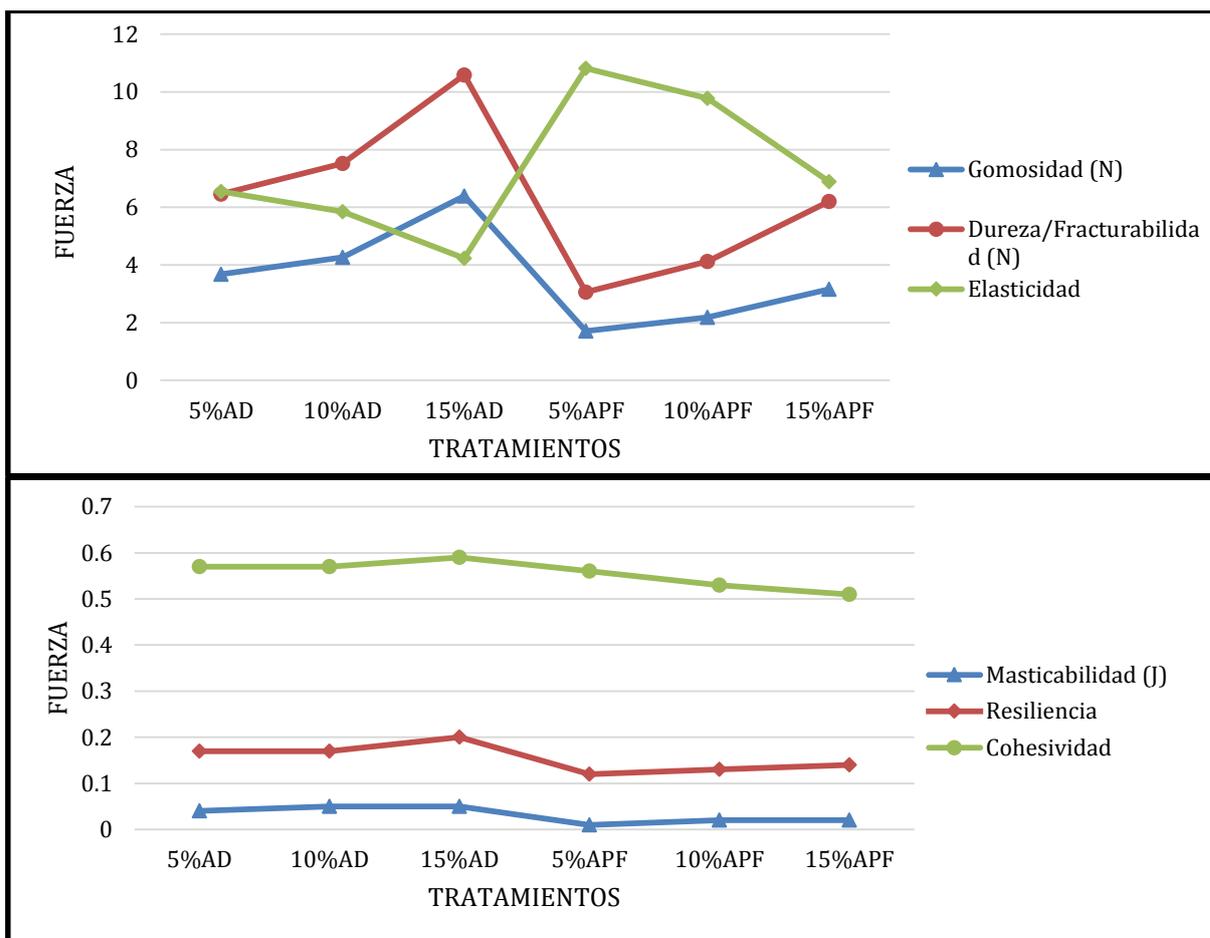


Figura 9. Representación gráfica del Análisis de Perfil de Textura de la pre-pizza.

Se obtuvieron datos parejos para la dureza y fracturabilidad en la miga de la masa de pre-pizza originando un efecto por los métodos de amasados y la sustitución de harina de quinua tal como se observa en la Tabla 21. Cruz, Alvarez, Espino, & Güemes, (2018) en pizza de trigo obtuvo un valor de 13.84 N y en pizza comercial 6.09 N comparando con la bibliografía nuestros datos se asemejan más a la pizza comercial por otro lado Güemes et al., (2009) Obtuvo una dureza de 3.14 N a 4.16 N en masas de harina de trigo fortificadas con lactosuero comercial el lactosuero ayuda a obtener masas más suaves sin embargo en la investigación en el amasado paso a frigorífico se obtuvo valores semejantes en 5 y 10% de sustitución de harina de quinua el amasado a frio ayudo a una menor dureza. Hernández & Franco, (2016) donde estudio el efecto de la enzima transglutaminasa (GT) en masas con sustitución de almidón de yuca obtuvo un rango de 10N de dureza con 20% de almidón de yuca y 6N de dureza con 0.02 de GT con 20 % de almidón de yuca los datos muestran el efecto semejante

a lo estudiado porque el amasado paso a frigorífico tiene un efecto al igual que la literatura de manera positiva en la masa mejorando la propiedad estructural de la dureza y los porcentajes de sustitución aumenta ascendentemente la dureza tal como lo indica Arroyave & Esguerra, (2006) los porcentajes de sustitución deben ser hasta 30%, debido a que la quinua no posee gluten y no tiene estabilidad panadera; mientras aumentando la sustitución disminuye la actividad de α -amilasa obteniendo una masa de miga seca, > tenacidad y disminuye la elasticidad y la extensibilidad. Por lo tanto la quinua es inelástica, no extensible debido a bajo contenido de gluten y al no poseer proteína funcional presenta unas características tenaces, lo que demuestra ser negativo para los productos panificables. Debido a estas características de la quinua el amasado paso a frigorífico ayudo a un comportamiento visco-elástico.

Para la resiliencia (Güemes et al., 2009) obtuvo rangos de 0.17 a 0.22 en 10 hasta 20% de lactosuero comercial datos semejantes a la investigación para el amasado directo mientras que para el amasado paso a frigorífico muestra valores son menores debido al efecto del método la resiliencia está relacionado con la dureza del pan las masas de amasado paso frigorífico mostraron anteriormente menor dureza es por este motivo que la resiliencia también es menor para los tratamientos paso a frigorífico así mismo el estudio de Hernández & Franco, (2016) obtuvo valores de resiliencia de 0.25 al 0% de almidón de yuca y 0.3 con 20 % de almidón de yuca en la investigación muestra que a medida que aumenta la sustitución aumenta la resiliencia.

Para la cohesividad según Güemes et al., (2009) obtuvo valores de Cohesividad de 0.63 a 0.68 datos semejantes a la investigación y (Cruz et al., 2018) obtuvo rangos de 0.596 en pizza de trigo y 0.584 en pizza comercial datos muy cercanos a la investigación. En el amasado paso a frigorífico se muestra una disminución en la cohesividad fuerza con la que están unidas las partículas ya que las muestras de amasado paso a frigorífico pasan a una maduración a 4°C lo que lleva a una levitación de la masa donde se eleva la masa sin fuerza mecánica. Hernández & Franco, (2016) sintetiza conforme aumenta la sustitución esta disminución viene dada por los enlaces y uniones de menor fuerza entre la harina de quinua y la red de gluten formada por la harina de trigo. La disminución de la cohesividad con el

aumento de la sustitución tiene directa relación con el aumento de la fracturabilidad de las muestras.

Elasticidad es afectada por los métodos de amasado donde es notoria la disminución de los valores de elasticidad por el método de amasado directo. Las masas se comportaron así debido a la levitación lenta en frío generando una masa elástica y extensible de acuerdo con Ntatsis, (2013). Según Cruz, Alvarez, Espino, & Güemes, (2018) obtuvo una elasticidad en pizzas de testigo un valor de 0.9 un rango demasiado baja comparados con la investigación.

La Gomosidad en la pre-pizza de harina de quinua los datos reportan que hay menor gomosidad para los tratamientos de amasado paso a frigorífico según Ntatsis, (2013) esto se debe a la tecnología en frío que se usó donde la fermentación se detiene donde la masa mejora las características químico-físicas, una larga maduración de la masa determina efectos positivos como una superficie más dorada que gomosa es por este motivo que se obtuvo valores menores para el amasado paso a frigorífico que el amasado directo.

Del mismo modo para la Masticabilidad se obtuvo valores despreciables para el amasado paso a frigorífico debido a la maduración de la masa en frío tal como lo demostró los demás parámetros de textura que estos tratamientos son de menor dureza mayor elasticidad lo que provoca una menor fuerza en la masticabilidad antes de que el alimento sea deglutido. Francesca et al. (2019) obtuvo valores de 3.94 para masticabilidad en pizza de ingredientes convencionales el valor emitido es mayor esto se puede deber a que el autor utiliza diferente formulación en esta pizza. Los largos tiempos de fermentación brindan a las enzimas oportunidades de cortar proteínas (proceso llamada autólisis) lo que hace que sea más fácil desenredarlas, enderezarlas y enlazarlas con el gluten mejorando la estructura del gluten (López, 2015).

4.4. Evaluación sensorial

En la Tabla 22 se observa los puntajes de la evaluación sensorial con rangos de 2.53 a 4.70 evidenciando que la formulación por el método de amasado paso a frigorífico con 10% de sustitución de harina de quinua obtuvo el puntaje más alto, ordenada por los jueces como la muestra con mayor preferencia.

Tabla 22.
Puntajes obtenidos en la prueba de ordenamiento

Método	Niveles de sustitución HQ (%)	Puntaje
AD	5	3.28±1.68 ^{bc}
	10	2.93±1.54 ^c
	15	2.53±1.78 ^c
APF	5	4.23±1.37 ^{ab}
	10	4.70±1.38 ^a
	15	3.35±1.55 ^{bc}

Nota: Los valores son medias de tres réplicas ± desviación estándar; ^{abcd} Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$) por % de sustitución; AD: amasado directo; APF: amasado paso a frigorífico y HQ: Harina de Quinoa.

En el análisis estadístico los supuestos de normalidad para la variable respuesta puntaje ($p=0.005 < 0.05$) entonces no hay evidencia suficiente para asumir que vienen de una población normal ver Anexo A y para la homocedasticidad el puntaje ($p=0.217 > 0.05$) por lo tanto se cumple el supuesto de varianzas homogéneas ver Anexo B. el análisis de ANOVA muestra significancia estadística para la variable puntaje ($p < 0.05$) originando que si hay efecto por el método y porcentaje de sustitución. La prueba de Tukey muestra que el mejor método es el amasado paso a frigorífico y revela que si hay diferencia significativa entre las medias de los tratamientos siendo el más significativo el tratamiento con 10% de harina de quinua por el amasado paso a frigorífico.

En la investigación de los métodos de amasado el amasado paso a frigorífico para los jueces resulto de mayor aceptación con altos puntajes de aprobación. López (2015) transmite que colocar una masa en un ambiente frío 4°C después del amasado permite la maduración de la masa donde disminuye la actividad de la levadura a temperaturas bajas, donde la levadura se comporta de manera diferente produciendo más de los compuestos del sabor deseables y menos de los ácidos, produciendo CO₂ más lentamente generando una maduración de aromas en la masa. Ntasis (2013) y Cicchi (2017) una buena pizza debe prepararse en la producción de la masa, la maduración de la masa fomenta mayor presencia de aminoácidos y glucosa en la masa debido a que las enzimas (amilasas y proteasas) han trabajado largas horas para descomponer las proteínas y los azúcares complejos, para una buena maduración se necesita de 24/36 h. de fermentación lenta con temperaturas ideales de

2/3 °C; la masa con una buena maduración rica en azúcares simples y aminoácidos una vez puesta en cocción se obtendrá un producto más ligero, digerible y más fragante con aromas agradables.

El mejor tratamiento sensorialmente elegido por los jueces fue con 10% de sustitución de harina de quinua. Arroyave & Esguerra (2006) trabajó con sustitución de harina de quinua donde demostró que a 15% de sustitución de harina de quinua en productos de panadería es el que presenta las mejores características de calidad sensorial y además se obtiene un producto final con características internas y externas óptimas obteniendo características buenas panificables (buen volumen, textura de la miga, grano de miga, etc.).

En la Figura 8 se muestra los puntajes del análisis sensorial, donde se demuestra los valores de preferencia brindados por los catadores. La formulación por el amasado paso a frigorífico con 10% de harina de quinua fue el más preferido y aceptado organolépticamente.

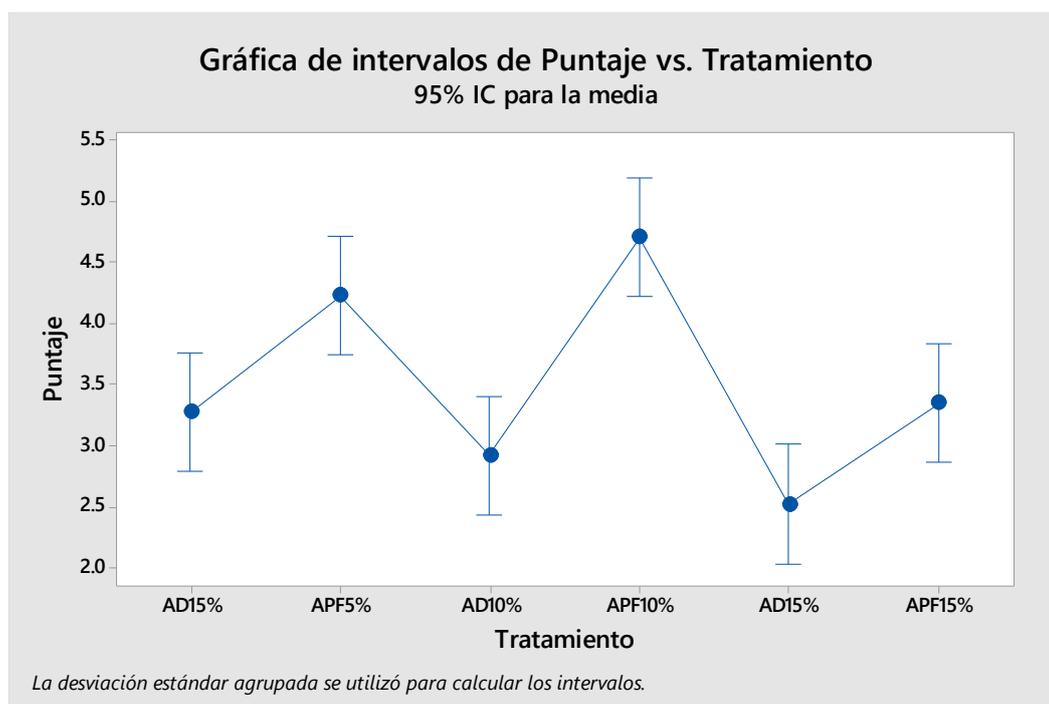


Figura 10. Gráfica de intervalos de puntaje vs. tratamiento.

4.5. Análisis químico proximal

Se determinó el análisis proximal del mejor tratamiento (amasado paso a frigorífico con 10% de harina de quinua) dado por una evaluación sensorial mediante una prueba de

ordenamiento el cual nos indicó que el tratamiento 4 por el amasado paso a frigorífico con 10% de quinua fue el más preferido por los panelistas y este se expuso a un análisis proximal. En la Tabla 23 se muestra que el mejor tratamiento fue APF con 10% HQ, al cual se le realizó el análisis químico proximal obteniendo rangos de 22.20 % de humedad, 1.75% ceniza, 10.70% proteína, 7.89% grasa, 2.26% fibra, 55.20% carbohidratos y 334.73 calorías.

Tabla 23.

Resultados del análisis proximal del mejor tratamiento sensorialmente

%			%			Energía
Humedad	% Ceniza	% Proteína	% Grasa	% Fibra	Carbohidrato	Kcal/100g
22.20±0.51	1.75±0.09	10.70±0.16	7.89±0.15	2.26±0.44	55.20±0.57	334.73±2.33

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

Los valores de % humedad en los tratamientos varían de 21.20% a 23.95% en la Tabla 17 de los análisis fisicoquímicos, mientras en la Tabla 23 del análisis proximal obtuvo un % de humedad de 22.20 observándose que la humedad no varía mucho. Mientras Gambino (2008), obtuvo rangos de 36.47 a 38.96 % de humedad en panes de pizza debido a que utilizo como harina sucedánea okara húmeda también Jiménez (2016) obtiene 12.5% de humedad en masa para pizza con sustitución de salvado de arroz. Para comprender los resultados obtenidos en la investigación es necesario tomar en consideración que la masa de pizza desarrollada se elaboró con harina de quinua un con limite 15% de sustitución que no es mayor y esta no afecta la humedad, al ser un producto de bollería su humedad está dentro del 40% permitido por (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, 2011).

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

De acuerdo con Cruz, Alvarez, Espino, & Güemes, (2018) en pizza libre de gluten obtuvo valores 10.80% de proteína también Según Gupta, Milind, Jeyarani, & Rajiv (2015) obtuvo 10.32 % de proteína en su pan de pizza demostrándose la similitud de rangos con la investigación que fue de 10.70% en la masa de pizza con quinua al 10% además Arroyave y

Esguerra (2006) obtuvo 10.12 a 10.82 de proteína con sustitución de 15% de harina de quinua en pan molde. Manifestando que el producto es beneficioso proteicamente y asegurando un equilibrio de aminoácidos que provee la quinua naturalmente. Incrementando precisamente en un 3% de proteína en comparación con pizzas convencionales que tienen solo 8.23% de proteína.

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

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los valores fisicoquímicos para masa fresca valores de 5.9 a 5.98 de pH, 0.9 a 0.15 % de acidez y para masa horneada valores de 5.9 a 6.14 para pH, 0.19 a 0.24 % de acidez estos se asemejan a los valores reportados por las Regulaciones para Pizza Napolitana.

Las propiedades físicas se obtuvieron valores de 10.14 a 14.79 mm para espesor, valores de 426.99 a 646.19 cm³ para volumen, 2.04 a 3.09 cm³/g para volumen específico y 0.32 a 0.49 g/cm³ para densidad todos estos datos fueron estadísticamente significativos ($p < 0.05$) y la prueba de Tukey indico que los tratamientos Amasado Paso a Frigorífico fueron los mejores tratamientos.

La porosidad se obtuvo valores de 116 a 334 para cantidad de poros y un tamaño promedio de 0.05 a 0.24 mm² para tamaño promedio de poros. La cantidad de poros por el método de amasado no mostro significancia ($p = 0.380 > 0.05$); los demás parámetros de porosidad si hubo significancia. La prueba de Tukey indica que el mejor método es el amasado paso a frigorífico.

Para el color se obtuvo valores de luminosidad de 69.71 a 73.89 para L*, valores de cromaticidad de 0.17 a 6.61 para a* y valores de 26.85 a 34.80 para b*. El análisis de varianza fue significativo para los valores L* y a* por porcentaje de sustitución y para el parámetro b* no mostro significancia estadística. La prueba de Tukey indica los mejores tratamientos son amasado paso a frigorífico indicando que las migas son más luminosas.

3.06 a 10.59 N para dureza y fracturabilidad, 0.12 a 0.20 para resiliencia, 0.51 a 0.59 para cohesividad, 4.23 a 10.82 para elasticidad, 1.71 a 6.39 N para gomosidad y 0.01 a 0.05 J para masticabilidad. El análisis de varianza muestra significancia estadística para los parámetros de textura ($p < 0.05$) originando efecto sobre los métodos de amasado y por los porcentajes de

sustitución. La prueba de Tukey muestra que si hay diferencia significativa entre las medias de los tratamientos entre los parámetros de textura.

La evaluación sensorial obtuvo rangos de 2.53 a 4.70 evidenciando que la formulación por el método de amasado paso a frigorífico con 10% de sustitución de harina de quinua es el mejor tratamiento según la prueba de Tukey. Al cual se le realizó el análisis químico proximal obteniendo rangos de 22.20 % de humedad, 1.75% ceniza, 10.70% proteína, 7.89% grasa, 2.26% fibra, 55.20% carbohidratos y 334.73 calorías

5.2. Recomendaciones

- Utilizar mayores porcentajes en cuanto a la sustitución de harina de quinua para ver el efecto que ejerce los métodos de amasado en las masas de pre-pizzas.
- Utilizar otros granos andinos como harina sucedánea en la elaboración de masas de pre-pizza.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, M. (2009). *Espacios de Color RGB, HSI y sus Generalizaciones a n-Dimensiones por*. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.
- Álvarez, N. (2011). *Plan de negocios Pizza light*. Institución Universitaria Ceipa Sabaneta.
- Alvis, A., Pérez, L., & Arrazola, G. (2011). Estudio de propiedades físicas y viscoelásticas de panes elaborados con mezclas de harinas de trigo y de arroz integral. *Scielo*, 10. <https://doi.org/10.4067/S0718-076420110004000012>
- Aguirre, A. (2011). *Plan de negocio "Pizza Light"*. *ScienceDirect*.
- Aimaretti, N., Llopart, E., Codevilla, A., Baudino, C., & Clementz, A. (2011). *Desarrollo de una pre - mezcla para pizza a base de harina de grano entero de sorgo y mijo*. *Scielo*, 8.
- Arroyave, L., & Esguerra, C. (2006). *Utilización de la harina de quinua (Chenopodium quinoa wild) en el proceso de panificación*. Universidad de la Salle.
- Associazione Verace Pizza Napoletana. (2016). Regulations for obtaining use of the collective trade mark “Verace Pizza Napoletana”-(Vera Pizza Napoletana). Method of production (“Il Disciplinare”). Retrieved from [https://www.pizzanapoletana.org/images/file/disciplinare 2008 UK.pdf](https://www.pizzanapoletana.org/images/file/disciplinare%202008%20UK.pdf)
- Astiz, V., Molfese, E., & Seghezzo, M. (2013). Panificación de harinas mezcla de trigo y quinua. *Ciencia Y Tecnología de Los Cultivos Industriales*, 8.
- Bernklau, I., Neußer, C., Moroni, A. V., Gysler, C., Spagnolello, A., Chung, W., ... Becker, T. (2017). Structural, textural and sensory impact of sodium reduction on long fermented pizza. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.188>
- Birch, A., Petersen, M., Arneborg, N., & Hansen, Å. (2013). Influence of commercial baker's yeasts on bread aroma profiles. *Food Research International*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.03.011>
- Barco, A. (2007). *Elaboración de yogurt*. Lima: Ripalme E.I.R.L.
- Cicchi, S. (2017, August 21). La maduración de la masa pizza. Retrieved from <https://www.silviocicchi.com/pizzachef/maturazione-dell-impasto-della-pizza/?lang=es>

- Cauvain, S., & Young, L. (2006). *Productos de panadería*. España: Acribia, S.A.
- Cruz, A. (2005). *Granos andinos*. Colima: Edilipe.
- Cruz, A., Alvarez, A., Espino, S., & Güemes, N. (2018). Elaboración de una pizza precocida de pepperoni libre de gluten ready to eat. *Boletín Científico de Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 4(7). <https://doi.org/10.29057/icea.v4i7.192>
- Csima, G., Nogula, M., Fekete, A., & Lambert, A. (2009). Optical methods for determination of bread porosity. *Science*, 10. <https://doi.org/10.13031/2013.27057>
- Espitia, E., Villaseñor, E., Martínez, E., Santa, H., Lozano, A., & Limón, A. (2017). Análisis de la estabilidad del volumen del pan de trigos harineros (*triticum aestivum* l.) mexicanos de secano stability analysis of bread volume from rainfed mexican bread wheat (*triticum aestivum* l.). *Agrociencia*, 51, 743–754.
- Eguren, F. (2013). La quinua: presente y futuro. *Agraria*.
- Flores, J., & Flores, F. (2015). *Evaluación de la estructura de panes de molde elaborados con sustitución parcial de harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) y harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule aellen*) mediante análisis de imágenes*. Universidad Peruana Unión.
- Francesca, N., Gaglio, R., Alfonzo, A., Corona, O., Moschetti, G., & Settanni, L. (2019). Characteristics of sourdoughs and baked pizzas as affected by starter culture inoculums. *International Journal of Food Microbiology*, 293, 114–123. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.01.009>
- Gambino, L. (2008). *Elaboración y evaluación de pan pizza con base en okara*. Instituto Politécnico Nacional Unidad Profesional Interdisciplina de Biotecnología.
- Gao, J., Lyn Tay, S., Hui Si Koh, A., & Zhou, W. (2017). Dough and bread made from high- and low-protein flours by vacuum mixing: Part 2. Yeast activity, dough proofing and bread quality. *Journal of Cereal Science*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.08.015>
- Gloria, P., & Joaquín, Z. (2010). Sustitución parcial de harina de trigo *Triticum aestivum* L., por harina de kiwicha *Amaranthus caudatus* L., usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. *SciELO*, 766(4), 12.
- Güemes, N., Totosaus, A., Hernandez, J., Soto, S., & Aquino, E. (2009). Propiedades de textura de masa y pan dulce tipo “concha” fortificados con proteínas de suero de

- leche. *Ciência E Tecnologia de Alimentos*, 29(1), 70–75.
<https://doi.org/10.1590/s0101-20612009000100011>
- Gupta, C. Sen, Milind, Jeyarani, T., & Rajiv, J. (2015). Rheology, fatty acid profile and quality characteristics of nutrient enriched pizza base. *Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1338-2>
- Hernandez, E. (2015). *Evaluación sensorial*. Bogota.
- Hernández, O., & Franco, I. (2016). Efecto sobre las propiedades reológicas y panificables de la enzima transglutaminasa en masas con almidón de yuca (*Manihot esculenta*)
 Effect of transglutaminase on the reological and bakery properties of cassava (*Manihot esculenta*) dough. *Universidad Tecnológica de Panamá*, 12.
- INEI. (2018). *Indicadores de precios de la economía boletín mensual*. Perú.
- Isique Huaroma, J. (2014). *Manual de panificación*. (L. Chaparro, Ed.) Surquillo-Lima, Perú: Macro EIRL.
- Jimenez, D. (2016). *Desarrollo de una masa para pizza enriquecida con fibra, proveniente del salvado de arroz generado como subproducto durante el procesamiento del grano de arroz*. Universidad de Costa Rica.
- Koziol, M. (2011). Chemical Composition and Nutritional Evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) . *ScienceDirect*, 34.
- Lancetti, R. (2017). *Desarrollo de masas madre y evaluación de propiedades reológicas y tecnológicas de panificados*. Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Carrera de Ciencias Biológicas.
- Lazaridou, A., Vouris, D., Zoumpoulakis, P., & Biliaderis, G. (2018). Physicochemical properties of jet milled wheat flours and doughs. *ScienceDirect*, 11.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.01.044>
- López, K. J. (2015). The Pizza Lab: How Long Should I Let My Dough Cold Ferment? *International Association of Culinary Professionals*, 5.
- Mandal, S. (2017). *ImageJ Analysis: Length Measurement, Area Measurement and Thresholding*. Retrieved from
<https://www.youtube.com/watch?v=FiFwxoxOmNo&t=483s>
- Mangano, S. (2011). The History of Pizza.
- Madrid, A. (2001). *Nuevo manual de industrias alimentarias*. España: Mundi-Prensa.

- Mujica, A., Ortiz, R., Bonifacio, A., Saravia, R., Corredor, G., Romero, A., & Jacobsen, E. (2006). *Agroindustria de la quinua (Chenopodium quinoa will) en los países andinos*. Puno: PROINPA.
- Marotogim. (2014). Tipos de pizza. Retrieved from <http://comemelapizza.com/masa-basica-de->
- Muñoz, A., & Vega, J. (2014). *Determinación de la textura*. Chimbote. Retrieved from <https://www.htmlapdf.com>
- Ntatsis, D. (2013). Corso di pizzeria tradizionale. In *Pizza University* (p. 33). EE. UU. Retrieved from http://www.cbg.es/rcs/news/doc/Curso_de_pizza_tradicional_Zaghini.pdf
- Payahuanca, I., & Matos, A. (2011). La formación de la masa, la fermentación y los métodos de proceso en la elaboración del pan. *CONACIN*, 8.
- Pérez, D. (2014). *Normalización del color en imágenes de microscopía*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Rojas, W. (2016). *Optimización de mezclas de harinas (Chenopodium quínoa, Solanum tuberosum y Zea mays) para la elaboración de cake libre de gluten*. Universidad Peruana Unión.
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería (2011). Retrieved from www.digesa.minsa.gob.pe
- Soria, P. (2017). Perú como primer exportador de quinua a nivel mundial. *Facultad de Ciencias Contables*, 25(47), 75–83. <https://doi.org/10.15381/quipu.v25i47.13805>
- Stear, C. A. (2011). Typical Formulation and Process Schedules (Including Case Studies) for Wheat and Rye Breads Employed in Western and Eastern Europe and North America. In *Handbook of Breadmaking Technology*. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2375-8_7
- Torres, J., Gonzáles, K., & Acebedo, D. (2015). Análisis de perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. *ReCiTeIA*.
- Vargas, E., & Rojas, W. (2016). Determinación de color usando imágenes digitales para fruta, 45.
- Vega, O., Marco, R., & Risio, C. (2016). Propiedades físicas y sensoriales de un pan fresco, con la adición de las enzimas lacasa, xilanasa y lipasa. *SciELO*, 6.

<https://doi.org/10.14508/reia.2015.12.24.87-100>

Wayne, G. (2011). *Panaderia y reposteria para profesionales*. México: Limusa S.A.

ANEXOS

Anexo A. Prueba de Anderson Darling y Prueba de Levene para las variables respuestas de la pre-pizza

Descripción	Normalidad		Igualdad de	Cumple con los supuestos
	Anderson Darling	Valor P	Prueba de Levene	
Propiedades físicas				
Grosor	0.578	0.115	0.818	Sí
Volumen	2.25	<0.005	0.645	No
Volumen específico	2.195	<0.005	0.75	No
Densidad	2.253	<0.005	0.922	No
Porosidad				
Cantidad de poros	0.223	0.795	0.931	Sí
Área total de los poros mm ² '	0.296	0.553	0.725	Sí
Fracción por área de los poros %'	0.273	0.623	0.763	Sí
Tamaño prom. de los poros mm ² '	0.784	0.034	0.627	No
Color (miga interior)				
L*	0.315	0.515	0.741	Sí
a*	1.059	0.007	0.208	No
b*	2.89	<0.005	0.533	No
Análisis de Perfil de textura				
Dureza (N)	0.6	0.111	0.211	Sí
Resiliencia	0.964	0.013	0.252	No
Fracturabilidad (N)	0.6	0.111	0.211	Sí
Cohesividad	2.859	<0.005	0.651	No
Elasticidad	1.369	<0.005	0.004	No
Gomosidad (N)	0.907	0.019	0.124	No
Masticabilidad (J)	0.972	0.013	0.401	No
Análisis sensorial				
Puntaje	6.736	<0.005	0.217	No

Anexo B. Análisis de varianza para las variables respuestas de la pre-pizza

Descripción	Valor p < 0.05	
	Método de amasado	% Sustitución HQ
Propiedades físicas		
Espesor (mm)	0.000	0.000
Volumen en (cm ³)	0.000	0.000
Volumen específico en (cm ³ /g)	0.000	0.000
Densidad (g/cm ³)	0.000	0.000
porosidad		
Cantidad de poros (x10 ³)	0.380	0.000
Área total de los poros (mm ²)	0.007	0.002
Fracción por área de los poros (%)	0.008	0.001
Tamaño prom. de los poros (mm ²)	0.020	0.000
Color (Miga interior)		
L*	0.721	0.040
a*	0.002	0.000
b*	0.644	0.874
Análisis de Perfil de Textura		
Dureza (N)	0.000	0.000
Resiliencia	0.000	0.000
Fracturabilidad (N)	0.000	0.000
Cohesividad	0.629	0.749
Elasticidad	0.000	0.000
Gomosidad (N)	0.000	0.000
Masticabilidad (J)	0.000	0.005
Evaluación sensorial		
Puntaje	0.000	

Anexo C. Determinación de pH y acidez en masa y pre-pizza

Porcentaje	Amasado directo		Amasado paso a frigorífico	
	M. Húmeda	M. seca	M. Húmeda	M. seca
5%	5.913	6.108	5.961	5.898
	5.929	6.079	5.993	5.917
	5.882	6.075	5.852	5.935
Promedio	5.91	6.09	5.94	5.92
DE	0.02	0.02	0.07	0.02
10%	5.79	6.075	5.899	6.017
	6.03	6.068	5.940	6.021
	6.01	6.070	5.928	5.96
Promedio	5.94	6.07	5.92	6.00
DE	0.13	0.00	0.02	0.03
15%	5.905	6.033	5.876	6.075
	6.052	6.035	5.878	6.176
	5.968	6.104	5.938	6.161
Promedio	5.98	6.06	5.90	6.14
DE	0.07	0.04	0.04	0.05

Porcentaje	Amasado directo		Amasado paso a frigorífico	
	M. Húmeda	M. seca	M. Húmeda	M. seca
5%	0.129	0.180	0.150	0.240
	0.120	0.180	0.150	0.210
	0.120	0.210	0.150	0.210
Promedio	0.12	0.19	0.15	0.22
DE	0.01	0.02	0.00	0.02
10%	0.090	0.180	0.090	0.240
	0.090	0.210	0.120	0.240
	0.090	0.180	0.090	0.240
Promedio	0.09	0.19	0.10	0.24
DE	0.00	0.02	0.02	0.00
15%	0.150	0.180	0.150	0.210
	0.120	0.180	0.090	0.240
	0.150	0.210	0.120	0.180
Promedio	0.14	0.19	0.12	0.21
DE	0.02	0.02	0.03	0.03

Anexo D. Determinación de humedad para el amasado paso a frigorífico y amasado directo en pre-pizza

APF	Peso de placa inicial	Peso muestra húmeda (g)	Muestra seca+ placa	Peso final de la muestra seca-placa	% humedad	Promedio
5%	12.9243	2.0676	14.5119	1.5876	23.2153221	22.6338622
	13.1167	2.0691	14.7042	1.5875	23.2758204	
	37.4338	2.049	39.0441	1.6103	21.4104441	
10%	13.1501	2.0432	14.6537	1.5036	26.4095536	23.9531021
	13.1289	2.053	14.7009	1.572	23.4291281	
	38.9159	2.0558	40.519	1.6031	22.0206246	
15%	13.0452	2.0723	14.605	1.5598	24.7309752	23.0299382
	12.3894	2.0802	13.974	1.5846	23.8246322	
	43.3645	2.0142	44.9651	1.6006	20.5342071	

AD	Peso de placa inicial	Peso muestra húmeda (g)	Muestra seca+ placa	Peso final de la muestra seca-placa	% humedad	Promedio
5%	13.4293	2.0033	15.0571	1.6278	18.7440723	21.2916029
	34.1456	2.0319	35.7111	1.5655	22.9538855	
	47.0577	2.0571	48.6586	1.6009	22.1768509	
10%	13.4277	2.0368	15.0449	1.6172	20.6009427	21.1989469
	12.3882	2.0018	14.0015	1.6133	19.4075332	
	52.4318	2.0455	53.9948	1.563	23.5883647	
15%	12.7432	2.0447	14.2885	1.5453	24.4241209	22.103691
	12.2717	2.0087	13.8816	1.6099	19.8536367	
	37.4998	2.0351	39.0865	1.5867	22.0333153	

Anexo E. Determinación de espesor de pre-pizzas

Método	Tratamiento	Espesor de pizzas									Promedio	D. E.	
AD	5%	10.8	8.63	8.98	9.75	12.19	11.72	14.08	12.93	11.13	10.66	0.45	
AD	5%	8.55	8.34	9.58	9.42	9.82	11.39	12.22	12.67	10.25			
AD	5%	9.55	8.46	8.88	8.81	10.26	11.11	14.9	12.89	10.61			
											Promedio total	10.66	0.45
AD	10%	10.6	11.89	11.65	10.5	10.33	10.52	10.97	11.74	11.03	10.97	0.22	
AD	10%	9.78	10.74	10.35	11.71	10.83	9.48	10.95	11.96	10.73			
AD	10%	10.2	10.13	11.49	10.93	11.44	11.89	11.81	11.31	11.15			
											Promedio total	10.97	0.22

AD	15%	8.28	10.00	8.58	9.42	8.61	11.51	11.3	9.14	9.61	
AD	15%	11.4	9.35	9.78	10.23	10.04	11.31	9.45	10.86	10.30	
AD	15%	9.15	11.36	9.78	10.32	11.91	9.95	11.06	10.52	10.51	
									Promedio total	10.14	0.47
APF	5%	13.2	14.9	15.97	15.22	13.21	15.68	16.41	15.01	14.95	
APF	5%	14.1	13.68	14.62	15.19	15.01	14.3	15.3	14.52	14.59	
APF	5%	14.3	15.99	15.08	12.14	12.42	15.12	15.23	18.47	14.85	
									Promedio total	14.79	0.18
APF	10%	11.5	13.21	15.3	13.51	15.65	16.6	11.26	11.69	13.58	
APF	10%	14	12.9	13.02	13.03	13.07	15.06	15.03	14.06	13.77	
APF	10%	14	13.7	13.66	12.5	12.61	13.3	13.66	14.68	13.51	
									Promedio total	13.62	0.13
APF	15%	13	11.85	13.02	11.83	13.34	12.16	10.19	13.29	12.33	
APF	15%	12	13.03	14.02	12.52	13.86	12.27	12.52	12.72	12.87	
APF	15%	12.9	12.76	11.07	11.38	13.04	11.93	11.42	12.15	12.08	
									Promedio total	12.43	0.40

Anexo F. Determinación de propiedades físicas para pre-pizza

Bloque	Tratamiento	Volumen en (cm ³)	Volumen específico en (cm ³ /g)	Densidad (g/cm ³)
AD	5.10	423.25	2.04	0.49
AD	5.10	428.47	2.07	0.48
AD	5.10	428.47	2.05	0.49
AD	10.10	423.25	2.04	0.49
AD	10.10	423.25	2.03	0.49
AD	10.10	428.47	2.05	0.49
AD	15.10	428.47	2.09	0.48
AD	15.10	428.47	2.08	0.48
AD	15.10	423.25	2.04	0.49
APF	5.20	647.93	3.11	0.32
APF	5.20	637.48	3.06	0.33
APF	5.20	653.16	3.10	0.32
APF	10.20	647.93	3.08	0.32
APF	10.20	642.71	3.05	0.33
APF	10.20	653.16	3.10	0.32
APF	15.20	595.68	2.84	0.35
APF	15.20	606.13	2.90	0.34
APF	15.20	600.91	2.86	0.35

Anexo G. Determinación de porosidad por el software Imagen J

Bloque	Tratamientos	cantidad de poros 10^3	Área total de los poros mm^2	Fracción por área de los poros %	Tamaño prom. de los poros mm^2
AD	5.1	53.252624	7.157	4.582	0.033
AD	5.1	48.6325334	13.614	8.593	0.068
AD	5.1	46.687232	10.248	6.561	0.053
	Promedio	49.52	10.34	6.58	0.05
	DE	3.37	3.23	2.01	0.02
AD	10.1	28.6931947	30.147	19.3	0.255
AD	10.1	29.4226827	28.744	18.402	0.238
AD	10.1	26.7478933	25.145	16.098	0.229
	Promedio	28.29	28.01	17.93	0.24
	DE	1.38	2.58	1.65	0.01
AD	15.1	58.35904	44.989	27.085	0.187
AD	15.1	56.4137387	26.287	16.829	0.113
AD	15.1	55.9274134	23.169	14.833	0.101
	Promedio	56.90	31.48	19.58	0.13
	DE	1.29	11.80	6.57	0.05
APF	5.2	41.8239787	44.012	28.177	0.256
APF	5.2	41.0944907	36.787	23.552	0.218
APF	5.2	46.4440694	49.314	31.571	0.258
	Promedio	43.12	43.37	27.77	0.24
	DE	2.90	6.29	4.03	0.02
APF	10.2	42.7966294	36.495	21.971	0.207
APF	10.2	44.0124427	28.781	18.426	0.159
APF	10.2	40.12184	45.944	29.414	0.278
	Promedio	42.31	37.07	23.27	0.21
	DE	1.99	8.60	5.61	0.06
APF	15.2	35.9880747	27.676	16.661	0.187
APF	15.2	39.8786774	36.054	21.705	0.22
APF	15.2	35.5017493	32.529	20.532	0.223
	Promedio	37.12	32.09	19.63	0.21
	DE	2.40	4.21	2.64	0.02

Anexo H. Valores de L*, a* y b* para color en pre-pizza

Tratamiento	Rep.	L*	a*	b*
5% AD	1	72.697	-2.754	33.887
	2	70.641	3.379	30.746
	3	72.718	-1.125	36.587
Promedio		72.02	-0.17	33.74
Desviación E		1.19	3.18	2.92
10% AD	1	71.243	-2.596	33.515
	2	68.612	-2.827	35.266
	3	70.107	-2.776	34.625
Promedio		69.99	-2.73	34.47
Desviación E		1.32	0.12	0.89
15% AD	1	77.625	6.002	2.176
	2	65.882	6.641	39.335
	3	65.626	7.186	39.024
Promedio		69.71	6.61	26.85
Desviación E		6.85	0.59	21.36
5% APF	1	74.891	-2.822	33.693
	2	72.478	-2.144	35.188
	3	74.292	-2.318	35.521
Promedio		73.89	-2.43	34.80
Desviación E		1.26	0.35	0.97
10% APF	1	73.94	-5.511	32.324
	2	70.445	-4.768	35.544
	3	70.123	-4.431	34.069
Promedio		71.50	-4.90	33.98
Desviación E		2.12	0.55	1.61
15% APF	1	65.77	-7.186	31.345
	2	62.345	-7.472	33.181
	3	64.392	-6.517	30.576
Promedio		64.17	-7.06	31.70
Desviación E		1.72	0.49	1.34

Anexo I. Valores de los parámetros del Análisis de Perfil de Textura

N°	Tratamientos	Adhesividad (J)	Dureza a N	Resiliencia	Fracturabilidad N	Cohesión	Elasticidad	Gomosis N	Masticabilidad (J)
1	AD5%	0.00	5.76	0.17	5.76	0.56	6.70	3.20	0.03
2	AD5%	0.00	5.98	0.16	5.98	0.55	7.20	3.28	0.03
3	AD5%	0.00	4.98	0.20	4.98	0.59	3.61	2.95	0.02
4	AD5%	0.00	7.53	0.17	7.53	0.61	7.35	4.59	0.07
5	AD5%	0.00	7.78	0.17	7.78	0.58	7.20	4.52	0.03
6	AD5%	0.00	6.53	0.15	6.53	0.54	7.26	3.55	0.04
	Pro	0.00	6.43	0.17	6.43	0.57	6.55	3.68	0.04
	DE		1.08	0.02	1.08	0.03	1.46	0.70	0.02
1	AD10%	0.00	7.76	0.15	7.76	0.52	5.75	4.08	0.06
2	AD10%	0.00	5.86	0.22	5.86	0.64	5.35	3.74	0.05
3	AD10%	0.00	9.21	0.18	9.21	0.59	5.46	5.44	0.09
4	AD10%	0.00	7.41	0.16	7.41	0.56	5.59	4.13	0.03
5	AD10%	0.00	8.51	0.14	8.51	0.52	7.32	4.42	0.03
6	AD10%		6.39	0.18	6.39	0.6	5.65	3.83	0.02
	Pro	0.00	7.52	0.17	7.52	0.57	5.85	4.27	0.05
	DE		1.26	0.03	1.26	0.05	0.73	0.62	0.03
1	AD15%	0.00	11.92	0.20	11.92	0.67	7.15	7.99	0.07
3	AD15%	0.00	9.02	0.22	9.02	0.59	3.01	5.34	0.03
4	AD15%	0.00	4.76	0.23	4.76	0.58	7.26	3.01	0.04
5	AD15%	0.00	11.70	0.22	11.70	0.57	2.42	6.99	0.05
6	AD15%		14.52	0.16	14.52	0.57	2.79	8.23	0.02
7	AD15%		11.62	0.16	11.62	0.58	2.74	6.76	0.07
	Pro	0.00	10.59	0.20	10.59	0.59	4.23	6.39	0.05
	DE		3.35	0.03	3.35	0.04	2.31	1.95	0.02
1	APF5%	0.00	3.14	0.14	3.14	0.60	15.17	1.87	0.02
2	APF5%	0.00	4.43	0.11	4.43	0.62	13.92	2.73	0.01
3	APF5%	0.00	2.21	0.12	2.21	0.58	15.65	1.27	0.00
4	APF5%	0.00	3.55	0.13	3.55	0.52	7.00	1.83	0.01
5	APF5%	0.00	2.06	0.12	2.06	0.59	6.85	1.23	0.00
6	APF5%		2.98	0.11	2.98	0.45	6.35	1.33	0.01
	Pro	0.00	3.06	0.12	3.06	0.56	10.82	1.71	0.01
	DE		0.88	0.01	0.88	0.06	4.52	0.58	0.01
	APF10	0.00	6.06						
1	%			0.16	6.06	0.52	10.41	3.16	0.05
	APF10		2.35						
2	%	0.00		0.12	2.35	0.55	9.81	1.29	0.01
	APF10		2.94						
3	%	0.00		0.12	2.94	0.44	7.37	1.29	0.00

	APF10		6.12						
4	%	0.00		0.14	6.12	0.50	14.36	3.08	0.03
	APF10		5.37						
5	%	0.00		0.12	5.37	0.58	5.97	3.11	0.02
	APF10		1.90						
6	%			0.12	1.90	0.60	10.78	1.14	0.01
	Pro	0.00	4.12	0.13	4.12	0.53	9.78	2.18	0.02
	DE		1.94	0.02	1.94	0.06	2.92	1.03	0.02
	APF15	0.00	7.11						
1	%			0.14	7.11	0.58	9.03	4.16	0.04
	APF15		5.41						
2	%	0.00		0.15	5.41	0.43	2.09	2.31	0.01
	APF15		6.43						
3	%	0.00		0.15	6.43	0.48	5.51	3.10	0.02
	APF15		5.45						
4	%	0.00		0.12	5.45	0.47	14.58	2.56	0.01
	APF15		7.29						
5	%	0.00		0.12	7.29	0.52	7.70	3.77	0.01
	APF15		5.49						
6	%			0.16	5.49	0.56	2.45	3.06	0.05
	Pro	0.00	6.20	0.14	6.20	0.51	6.89	3.16	0.02
	DE		0.87	0.02	0.87	0.06	4.67	0.70	0.02

Anexo J. Cartilla de evaluación para el análisis sensorial de pre-pizza

Nombre: _____ Fecha: _____ Prueba N° _____					
Por favor, deguste las muestras de izquierda a derecha					
Por favor escriba los códigos en orden creciente de preferencia en las casillas					
Código	Menor				Mayor
Comentario: _____					

Anexo K. Análisis fisicoquímico al mejor tratamiento (amasado paso a frigorífico con 10% de harina de quinua)


Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario N° 1150, Telf.: (051)599430 / P. 10301 / (051) 366080


LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0159-2018-LENA-EPIA

SOLICITANTE	JULIA LITICIA CONDORI ROQUE
PROCEDENCIA	UPEU
PRODUCTOS	MASA DE PRE-PIZZA CON QUINUA VARIEDAD BLANCA DE JULI
ENSAYO SOLICITADO	FISICO QUIMICO - BROMATOLOGICO
FECHA DE RECEPCION	19-12-18
FECHA DE ENSAYO	19-12-18
FECHA DE EMISION	13-12-18

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

RESULTADOS FISICO-QUIMICOS

MASA DE PRE-PIZZA CON QUINUA VARIEDAD BLANCA DE JULI	% HIGIEDAD	% CENIZA	% PROTEINA	% GRASA	% FIBRA	% CARBOHIDRATOS	ENERGIA KCAL/100g
R-1	21,77	1,78	10,88	7,86	1,95	55,76	337,39
R-2	22,76	1,65	10,56	7,76	2,06	55,21	333,06
R-3	22,06	1,82	10,67	8,06	2,76	54,63	333,74

METODOS UTILIZADOS EN LABORATORIO:

- AOAC, 1994

CONCLUSIÓN Los resultados Fisico Químicos están dentro del límite permisible por lo tanto es **APTO** para el consumo humano.

- Los resultados Fisico Químicos, Adulteraciones y Fisico Organoléptico están conformes.

Puno, C.I. 13 de Diciembre del 2018


Óscar Andrés Alca
INGENIERO AGROINDUSTRIAL
C.I. 140875


JEFATURA
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
PUNO - PERU

Anexo L. Proceso de obtención de harina de quinua



Anexo M. Proceso de elaboración de masas de pre-pizza

