

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias



**Calidad de cocción, color y análisis de perfil de textura de una  
pasta de quinua con lenteja**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias

**Autor:**

Elizabeth Vargas Huamán

Vilma Pinto Hurtado

**Asesor:**

Mg. Edgar Mayta Pinto

**Juliaca, octubre de 2023**

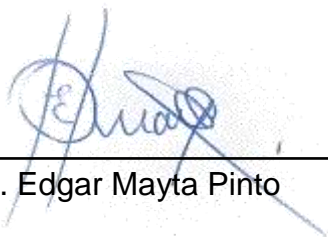
## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mg. Edgar Mayta Pinto, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**CALIDAD DE COCCIÓN, COLOR Y ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA DE UNA PASTA DE QUINUA CON LENTEJA**” de los autores **Elizabeth Vargas Huamán** y **Vilma Pinto Hurtado** tiene un índice de similitud de 13% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 27 días del mes de octubre del año 2023.



---

Mg. Edgar Mayta Pinto

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 27 día(s) del mes de octubre del año 2023 siendo las 9:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del

(de la) presidente(a): Msc. Carmen Rosa Apaza Huarez, el (la) secretario(a): Msc. José Manuel Prieto

Quijpe y los demás miembros: Ing. Joel Terson Loaguira y el (la) asesor(a) Mg. Edgar Mayta Rinto

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Validad de cocción, color y análisis de perfil de textura de una pasta de quinua con lenteja

del(los) bachiller(es): a) Elizabeth Vargas Huamán  
b) Vilma Rinto Hurtado  
c) \_\_\_\_\_

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero de Industrias Alimentarias  
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado. Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Elizabeth Vargas Huamán

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>20</u>	<u>A+</u>	<u>Eccelente</u>	<u>Eccelencia</u>

Bachiller (b): Vilma Rinto Hurtado

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>18</u>	<u>A-</u>	<u>Muy Bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

Bachiller (c): \_\_\_\_\_

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]  
Presidente/a

[Firma]  
Asesor/a

[Firma]  
Bachiller (a)

Miembro  
[Firma]  
Bachiller (b)

[Firma]  
Secretario/a

[Firma]  
Miembro

Bachiller (c)

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	vii
1. INTRODUCCIÓN .....	10
2. MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
2.1. Materia prima.....	11
2.2. Preparación de la pasta .....	11
2.3. Caracterización de la pasta .....	11
2.3.1. Hidratación de la pasta .....	11
2.3.2. Calidad de cocción de la pasta.....	12
2.3.3. Color .....	12
2.3.4. Propiedades reológicas .....	12
2.3.5. Análisis de perfil de textura (TPA) .....	13
2.3.6. Evaluación microscópica.....	13
2.3.7. Análisis proximal.....	13
2.4. Diseño y análisis estadístico .....	13
3. RESULTADOS.....	13
3.1. Análisis proximal.....	13
3.2. Hidratación de la pasta.....	14
3.3. Calidad de cocción.....	19
3.4. Propiedades reológicas .....	20
3.5. Perfil de textura.....	21
3.6. Color .....	22
3.7. Evaluación microscópica .....	24
4. CONCLUSIONES .....	26
REFERENCIAS .....	27
ANEXOS.....	33
Anexo A. Evidencia de sumisión del artículo.....	33
Anexo B. Resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo	34

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición Nutricional de pasta de quinua con lenteja. ....	14
<b>Tabla 2.</b> Propiedades de absorción de agua de los tratamientos bajo el efecto de la temperatura, según el modelo de Peleg. ....	17
<b>Tabla 3.</b> Calidad de cocción de la pasta.....	20
<b>Tabla 4.</b> Perfil de textura de la pasta cocida. ....	22
<b>Tabla 5.</b> Atributos de color en pasta cruda y cocida.....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cinéticas de hidratación de la pasta en función a las Temperaturas.....	15
<b>Figura 2.</b> Módulo de almacenamiento ( $G'$ ) de la pasta de quinua con lenteja.....	21
<b>Figura 3.</b> Módulo de pérdida ( $G''$ ) de la pasta de quinua con lentejas.....	21
<b>Figura 4.</b> Ubicación de la escala CIEL*a*b* en los discos de color de pasta cruda y cocida. .....	24
<b>Figura 5.</b> Estructura de la pasta de quinua con lenteja. ....	25

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Evidencia de sumisión del artículo .....	33
<b>Anexo B.</b> Resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo...	34

# **Calidad de cocción, color y análisis de perfil de textura de una pasta de quinua con lenteja**

## **RESUMEN**

La quinua (*chenopodium quinoa willd*) y la lenteja (*lens culinaris*) son ingredientes empleados para enriquecer o sustituir el gluten en pastas por su alto contenido nutricional. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades de cocción, color y perfil de textura de la pasta tipo pipe rigate libres de gluten de los tratamientos desarrollados al 10,20 y 30% de harina de lenteja (HL) y a través de cada propiedad evaluada determinar el tratamiento con mejores características similares o superiores a la muestra control (pasta comercial de trigo). Como variables respuesta se contemplaron lo siguiente: Análisis proximal, calidad de cocción, hidratación, reología, análisis de perfil de textura, color y evaluación microscópica. Se realizaron comparaciones de análisis de varianza ANOVA en atributos de cocción y perfil de textura, siendo el mejor tratamiento los valores que no disten significativamente respecto a la muestra control (T0); Determinando así que el tratamiento T3 es la formulación que presenta mejores y/o similares atributos a los de la muestra control.

**Palabras clave:** Muestra control, quinua, tratamientos, atributos, lentejas, análisis.

# **Cooking quality, color and texture profile analysis of a quinoa pasta with lentil**

## **ABSTRACT**

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and lentil (*Lens culinaris*) are ingredients used to enrich or replace gluten in pasta due to their high nutritional content. Therefore, the objective of this work was to evaluate the cooking properties, color and texture profile of gluten-free pipe rigate pasta from treatments developed at 10, 20 and 30% lentil flour. Through each evaluated property, the treatment with the best similar or superior characteristics to the control sample (commercial wheat pasta) was determined. The following response variables were considered: Proximal analysis, cooking quality, hydration, rheology, texture profile analysis, color, and microscopic evaluation. Comparisons of ANOVA variance analysis were performed in cooking attributes and texture profile, with the best treatment being the values that do not significantly differ from the pattern sample (T0). Thus, it was determined that treatment T3 is the formulation that presents better and/or similar attributes to those of the control sample.

**Keywords:** Control sample, quinoa, treatments, attributes, lentils, analysis.

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de trigo ha aumentado constantemente en los últimos años, pero hay algunos factores que podrían amenazar su crecimiento, como el cambio climático, las plagas y las enfermedades. Por lo tanto, es importante buscar alternativas en alimentos regionales para sustituir al trigo en la elaboración de pastas alimenticias. Algunos alimentos considerados sustitutos potenciales son la quinua y las lentejas, que son buenas fuentes de proteínas, carbohidratos, fibra y vitaminas, excelentes propiedades funcionales y reológicas, además, son relativamente económicas y accesibles al consumidor (FAO,2022).

Las hojuelas de quinua son un producto procesado que se obtiene a partir del grano de quinua, que se somete a un proceso de pre cocción y laminación; Las hojuelas de quinua y las harinas de legumbres como la lenteja se utilizan en la elaboración de fideos como un ingrediente adicional o como una alternativa parcial a la harina de trigo porque al incorporarlos en la masa de los fideos se puede aumentar el contenido de proteínas, además de aportar un sabor y textura únicos (Burgos et al., 2019); Sin embargo la ausencia de gluten, la proteína característica que brinda una superficie lisa, apariencia atractiva y moldeable dificulta obtener productos con 0 % de contenido de gluten sin el uso de ligantes, gomas, proteínas, resulta costoso y complicado, además de las características y propiedades físicas que varían del producto estándar (Giménez et al., 2016).

Atributos de cocción y otras propiedades están fuertemente influenciadas por el contenido de gluten en la pasta y su ausencia provoca problemas tecnológicos y de calidad en el producto final debido a una masa frágil y quebradiza con pobre procesabilidad (Bouasla et al., 2017), uno de los medios para sustituir al gluten es usando proteínas, hidrocoloides y almidón que aportan propiedades viscoelásticas para imitar las propiedades del gluten (Milde et al., 2020).

Los nuevos productos deben tener características físicas y nutricionales similares o superiores al producto original, debido que la mayoría de productos sin gluten suelen ser considerados de baja calidad ya que su estructura se desintegra fácilmente, motivo por el cual se da la necesidad de conocer sus propiedades físicas, texturales de los productos normalmente usados en la elaboración de pastas alimentarias (Giuberti et al., 2015), al conocer dichos valores y características se tiene un estándar para la sustitución de dichos

ingredientes por otros productos más accesibles, nutritivos y con similitud característica al producto convencional.

El objetivo de este trabajo es desarrollar fideos de quinua con lenteja que tengan atributos similares o superiores al producto con gluten. Esto se hará sin la necesidad de agregar harina de trigo, gomas o agentes ligantes; Los fideos se compararán con una pasta de trigo comercial (muestra control) en términos de sus propiedades físicas y nutricionales; Esperamos que este trabajo sea un paso adelante en el desarrollo de alimentos más saludables y sostenibles.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Materia prima**

Los Grits de quinua (GQ) y la harina de lenteja (HL) fueron adquiridas de la empresa Naturkost, las hojuelas de quinua pertenecen a la variedad blanca de Juli procedente de Cabana (Puno-Perú), la sal y el agua de mesa se adquirieron del mercado local Santa Bárbara de la Ciudad de Juliaca.

### **2.2. Preparación de la pasta**

Las 3 formulaciones **T1**: 90% GQ -10% HL; **T2**: 80% GQ - 20%HL; **T3**: 70% GQ-30%HL se prepararon siguiendo las siguientes instrucciones:

Se mezclaron los grits de quinua y harina de lenteja (tamaño de partícula 180-250  $\mu\text{m}$ ) por 5 minutos. Posteriormente, se agregó el agua (30%) con sal (4.8%) disuelta previamente y se amasó por 10 minutos en una mezcladora Marca Nova (K50, Perú); Después de amasar, la masa se traspasó a la extrusora en frío y se volvió a mezclar por otros 10 minutos antes de empezar el proceso de moldeado y cortado, la pasta obtenida se sometió a un secador de aire caliente a 70°C por 4 horas de secado, tiempo recomendado por Larrosa et al., (2016).

### **2.3. Caracterización de la pasta**

#### **2.3.1. Hidratación de la pasta**

El objetivo es estudiar la influencia de tiempo y temperatura en la hidratación de la pasta, por lo que se usó el método reportado por Shang et al., (2023) y Ulloa et al., (2016): Se tomaron muestras de 10 gramos de cada tratamiento y se sumergieron en 200 ml de agua destilada a diferentes temperaturas (60 °C, 70 °C y 80°C). Cada minuto, se retiró la pasta del agua, se drenó, se secó superficialmente con papel absorbente, se pesó y se colocó de vuelta

en el vaso de precipitado. Este proceso se repitió hasta alcanzar el tiempo máximo de cocción. El contenido de humedad se calculó para cada período de tiempo mediante un balance de masa que consideró la masa inicial de la muestra, la humedad inicial y la masa obtenida en cada intervalo de tiempo.

Se generaron las curvas de hidratación de los fideos al graficar la absorción de agua (en g de agua/g de sólidos secos) frente al tiempo transcurrido (min). Se evaluaron las curvas de hidratación para cada temperatura estudiada mediante el modelo de Peleg (Corzo et al., 2008):

$$M(t) = M_0 \frac{t}{K_1 + K_2 \times t}$$

**Donde:** M(t) contenido de humedad (%) a un tiempo t (min); M<sub>0</sub> Humedad inicial (%); k<sub>1</sub> constante de velocidad (min %<sup>-1</sup>); y k<sub>2</sub> constante de capacidad (%<sup>-1</sup>)

### **2.3.2. Calidad de cocción de la pasta**

Los ensayos de cocción se realizaron por triplicado para cada tratamiento siguiendo el método AACC 66-50 (American Association of Cereal Chemists, 2000). Consistieron en sumergir 25 g de pasta seca en 300 ml de agua destilada a 86 °C. El tiempo de cocción (TOC) se midió cuando el fideo alcanzó el punto al dente. La absorción de agua (AA) se determinó por diferencia de peso antes y después de la cocción y se reportó como g de agua/100 g. Finalmente, las pérdidas por cocción (PC) se evaluaron de 25 ml de agua de la cocción sometida a 105 °C hasta obtener peso constante en una estufa (9140A, Kert Lab China). El resultado se expresó como g de sólidos/100 g de muestra (López-Mejía & Morales, 2020).

### **2.3.3. Color**

Se midió el color de la pasta cruda y cocida mediante el uso de un colorímetro portátil (WR—10QC, Fru, China) que contiene un espacio de color CIE L\*a\*b\*. La medida L\* corresponde a la luminosidad (0–100), mientras que a\* representa las coordenadas rojo-verde y b\* mide las coordenadas amarillo-azul. Se tomaron 6 medidas para cada muestra. Cada color de la muestra se comparó con el color de la muestra de control y las diferencias en L\*, a\* y b\* se compararon en la diferencia de color total ( $\Delta E^*$ ) (Tiga et al., 2021a).

### **2.3.4. Propiedades reológicas**

Las mediciones de las propiedades reológicas se llevaron a cabo con un reómetro (MCR 72, Anton Paar Inc., Austria). Para esta prueba se tomaron 5 g de muestra cocida de cada

formulación, las mediciones se realizaron a 25°C; Se llevó a cabo un barrido de amplitud con el objetivo de determinar la región viscoelástica lineal a una frecuencia constante de 10 rad/s y una deformación del 0,1% (Sofi et al., 2020).

#### **2.3.5. *Análisis de perfil de textura (TPA)***

La textura de la pasta cocida se determinó utilizando un Dinamómetro (34tTM, Instron, USA) con celda de carga de 5 kN equipada con compresión platos (P/75), la velocidad previa a la prueba fue de 0.50 mm/s y la deformación del 75% (Martínez et al., 2007).

#### **2.3.6. *Evaluación microscópica***

Se observó la estructura de la pasta cruda y cocida utilizando un microscopio; Las muestras fueron cortadas en trozos de 0,5 cm para muestras de superficie. Las imágenes fueron tomadas en un aumento de 10x por el software AmScope vinculada al microscopio.

#### **2.3.7. *Análisis proximal***

El análisis proximal de las pasta formuladas (T1,T2 y T3) y la muestra control consistió en la cuantificación de humedad (NTP 206.011:2018), proteína, fibra, grasa (FAO) y carbohidratos totales (cálculo).

### **2.4. Diseño y análisis estadístico**

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado, excepto en la prueba de color, el cual fue analizado por sextuplicado y la media y la desviación estándar fueron calculados; Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) simple, utilizando el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI (Statistical Graphics Corp., Herndon, VA) y se utilizó para mostrar una interacción significativa entre los tratamientos y la muestra control (T0). Aquellas diferencias que presentaron un valor de  $p < 0,05$  se consideran estadísticamente significativas en comparación a la muestra control.

## **3. RESULTADOS**

### **3.1. Análisis proximal**

La Tabla 1 presenta los parámetros de composición nutricional, donde, el T3 se destaca por su elevado contenido de proteína (15.02%) superior a la muestra comercial (T0) (12.26%) y demás tratamientos además de poseer menor cantidad de carbohidratos (73.25%). En relación al contenido de grasa y cenizas el T3 es el tratamiento que contiene una cantidad

superior de 3,45% y 6,61% en comparación a todos los tratamientos; Al comparar resultados obtenidos por otros autores como Wójtowicz & Mościcki, (2014) podemos notar que obtuvieron valores similares de proteína al sustituir parcialmente harina de lenteja al 10% (12.23 g/100 g), 20% (13.79 g/100 g), 30% (14.87 g/100 g) y 40% (16.40 g/100 g), valores similares fueron reportados por Gupta et al., (2021) y Bouasla et al., (2017). Autores como Bayomy & Alamri, (2022); Teterycz et al., (2020) logró valores más altos de proteína (15.89 g/100 g), grasa (3.21 g/100 g) y fibra (4.58 g/100 g). Los fideos elaborados con lentejas y quinoa son una excelente fuente de proteínas debido a que ambas leguminosas son consideradas ingredientes de calidad en cuanto al aporte proteico se refiere. La harina de lentejas es reconocida por contener una cantidad significativa de proteínas de origen vegetal y la quinoa es una de las pocas especies vegetales que contiene aminoácidos esenciales (Torres et al., 2021), al combinar ambos ingredientes se consigue incrementar el contenido proteico en el producto final. Adicionalmente, los fideos no contienen gluten lo que los hace una opción favorable para aquellos que padecen de intolerancia o enfermedad celíaca.

**Tabla 1.**

*Composición Nutricional de pasta de quinua con lenteja.*

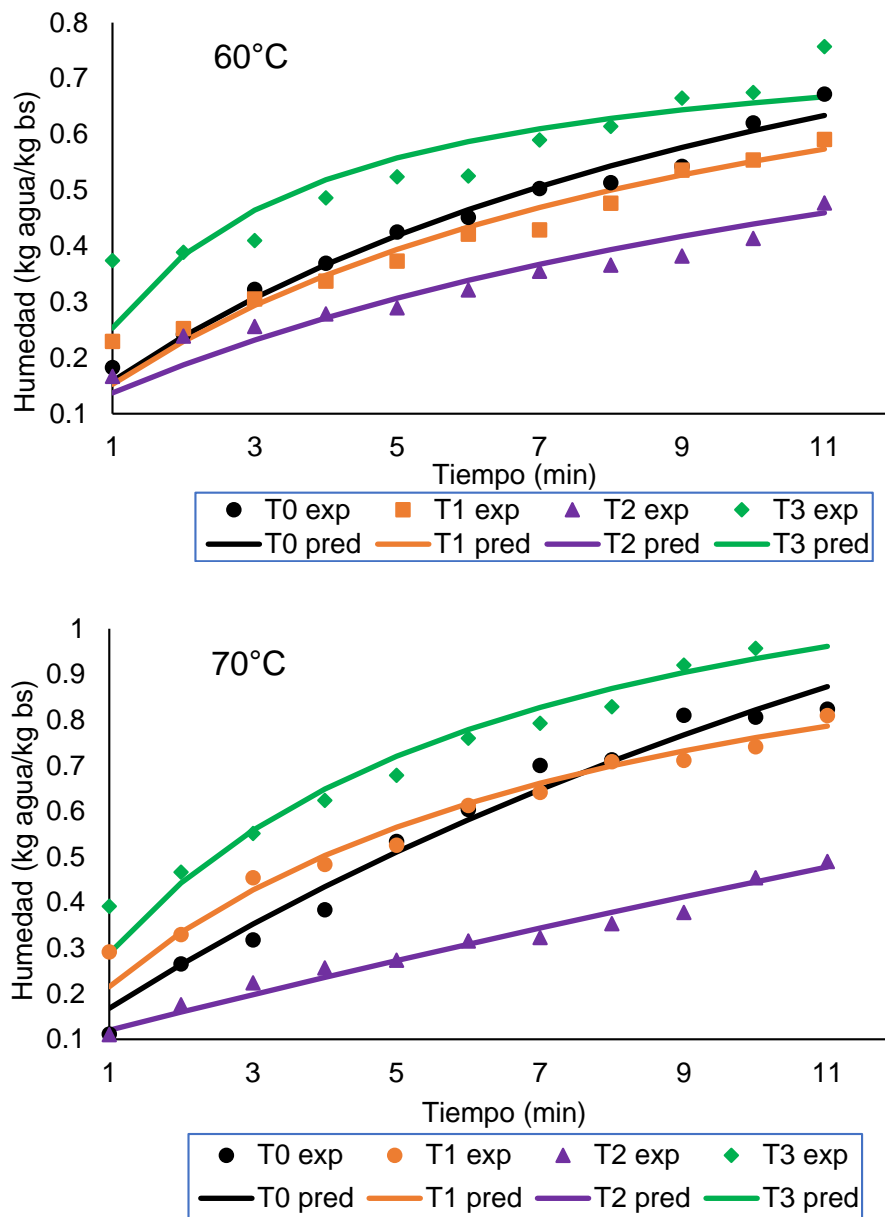
	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Carbohidratos (%)	78.04	74.45	73.32	73.25
Energía (Kcal/100 g)	362.28	358.77	358.84	368.11
Proteína (%)	12.26	12.70	13.69	15.02
Grasa (%)	0.12	1.13	1.20	3.45
Ceniza (%)	0.45	4.21	3.69	6.61
Fibra cruda (%)	1.08	1.05	1.03	1.0

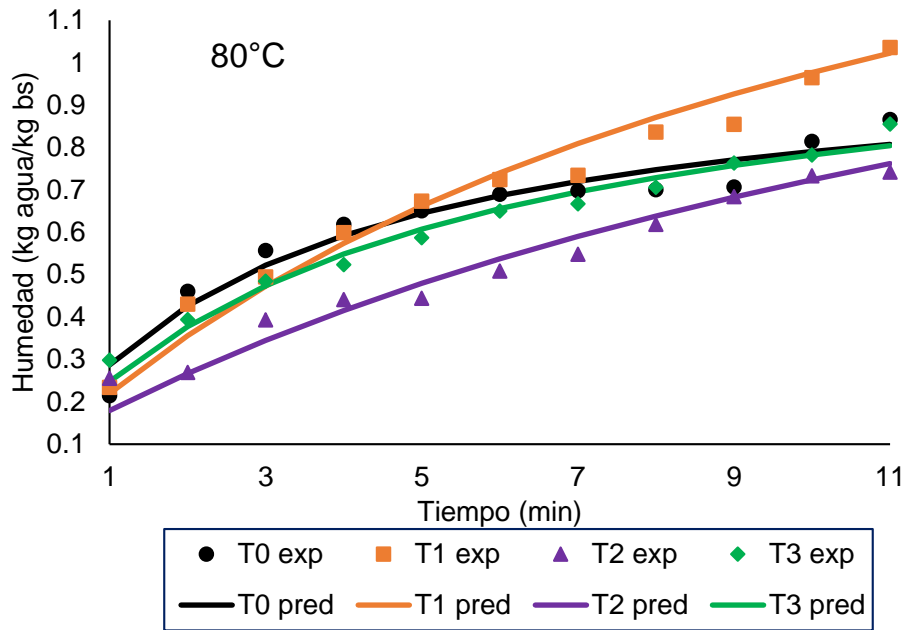
### **3.2. Hidratación de la pasta**

La Figura 1 permite observar cómo la temperatura influye en la hidratación en el tiempo para cada formulación de pasta, mientras que la Tabla 2 muestra los valores cinéticos que se obtuvieron mediante el modelo matemático de Peleg.

**Figura 1.**

*Cinéticas de hidratación de la pasta en función a las Temperaturas.*





En la Figura 1 se presenta la variación de humedad y la ganancia de peso de la pasta durante la hidratación a las 3 temperaturas en los que se puede observar que a 60°C y 70°C el T1 y T3 interactúan con el T0 a diferencia del T3 que a 70°C absorbe mayor cantidad de agua a diferencia del T2 que menor se hidrata, también podemos observar que el T1 se llega a hidratar más a 80°C.

En la curva de hidratación de fideos respecto al tiempo y aumento de temperatura se muestra un aumento gradual en la absorción de agua a medida que pasa el tiempo y la temperatura se incrementa; Inicialmente, los fideos comienzan a absorber agua lentamente, pero a medida que el tiempo avanza y la temperatura aumenta, la velocidad de absorción de agua se acelera alcanzando un punto máximo de absorción de agua, donde la cantidad de agua que pueden retener se estabilizará (Adachi et al., 2021). Esto se debe a que el calor ayuda a romper las estructuras de los alimentos y facilita la entrada del agua en los fideos.

La hidratación de los fideos se da a cualquier temperatura; Sin embargo, las temperaturas altas aceleran el proceso de descomposición de los almidones para ser fácilmente digeribles (Ogawa & Adachi, 2016). Esta reacción se puede observar en las temperaturas de 70°C y 80°C donde todos los tratamientos tienen una mayor absorción de agua en corto tiempo.

**Tabla 2.**

*Propiedades de absorción de agua de los tratamientos bajo el efecto de la temperatura, según el modelo de Peleg.*

Trat.	Parámetro cinético	Temperaturas		
		60°C	70°C	80°C
<b>T0</b>	K <sub>1</sub> (min g bs/g H <sub>2</sub> O)	9.72 ± 0.13	9.20 ± 0.18	3.45 ± 0.21
	K <sub>2</sub> (g bs/g H <sub>2</sub> O)	0.87 ± 0.28	0.40 ± 0.16	1.03 ± 0.18
	H <sub>pred</sub> (g H <sub>2</sub> O/g bs)	7.53 ± 0.52	8.89 ± 0.20	7.35 ± 0.33
	R <sup>2</sup>	0.98	0.98	0.94
	t (min)	2.45 ± 0.33	5.76 ± 0.19	7.21 ± 0.13
<b>T1</b>	K <sub>1</sub> (min g bs/g H <sub>2</sub> O)	9.53 ± 0.61	5.51 ± 0.64	5.68 ± 0.45
	K <sub>2</sub> (g bs/g H <sub>2</sub> O)	1.07 ± 0.15	0.87 ± 0.81	0.52 ± 0.31
	H <sub>pred</sub> (g H <sub>2</sub> O/g bs)	6.77 ± 0.42	6.99 ± 0.12	7.76 ± 0.22
	R <sup>2</sup>	0.96	0.97	0.96
	t (min)	7.56 ± 0.53	8.65 ± 0.28	6.04 ± 0.17
<b>T2</b>	K <sub>1</sub> (min g bs/g H <sub>2</sub> O)	16.28 ± 0.29	24.61 ± 0.32	9.52 ± 0.25
	K <sub>2</sub> (g bs/g H <sub>2</sub> O)	1.15 ± 0.40	0.27 ± 0.24	0.60 ± 0.31
	H <sub>pred</sub> (g H <sub>2</sub> O/g bs)	8.86 ± 0.16	11.62 ± 0.11	9.65 ± 0.20
	R <sup>2</sup>	0.92	0.97	0.96
	t (min)	7.21 ± 0.32	6.92 ± 0.15	3.46 ± 0.24
<b>T3</b>	K <sub>1</sub> (min g bs/g H <sub>2</sub> O)	0.19 ± 0.34	3.82 ± 0.22	4.47 ± 0.30
	K <sub>2</sub> (g bs/g H <sub>2</sub> O)	0.09 ± 0.41	0.77 ± 0.37	0.94 ± 0.44
	H <sub>pred</sub> (g H <sub>2</sub> O/g bs)	11.38 ± 0.10	8.34 ± 0.08	7.34 ± 0.13
	R <sup>2</sup>	0.89	0.96	0.98
	t (min)	3.96 ± 0.16	7.56 ± 0.28	7.21 ± 0.26

H<sub>pred</sub>= contenido de humedad predicho por el modelo. Los valores hallados corresponden al promedio (n=3).

El efecto de la temperatura en la hidratación de la pasta de quinua y lentejas, así como los valores y constantes obtenidos mediante el modelo de Peleg, se presentan en la Tabla 2: La capacidad de absorción de agua (K<sub>2</sub>) exhibió una alta tasa inicial de 1.073 g agua/g bs (T1)

y 1.031 g agua/g bs (T0) a la temperatura de 60°C y 80°C. Cabe resaltar que K2 es una constante que se relaciona con la máxima capacidad de absorción de agua.

En este estudio se observó que la constante K2 aumentó a mayor temperatura en el tratamiento 0 (T0) y tratamiento 3 (T3), mientras que en los tratamientos 1 y 2 disminuyó a mayor temperatura. El incremento de los valores de K2 en el T0 y T3 se debe a que el T0 tiene la red de gluten y proteínas mientras que el T3 tiene solo la mayor cantidad de proteína de todos los tratamientos; esto hace que puedan atrapar agua. A medida que aumenta la temperatura, las proteínas y la fibra se desnaturalizan, lo que facilita la difusión del agua a través de ellas (Mastromatteo et al., 2012).

Respecto a la tasa de transferencia de masa, se entiende que, a mayor valor de K1 mayor velocidad inicial de absorción de agua. Según el valor obtenido del modelo de Peleg el T2 es el tratamiento que mayor tasa de absorción de agua en la etapa inicial tiene a las 3 temperaturas estudiadas (60,70 y 80°C) (16.28, 24.61 y 9.52 min g bs/g H<sub>2</sub>O), el modelo de Peleg considera tanto el contenido de humedad como la capacidad de absorción de agua del alimento. Por lo tanto, es posible que la combinación específica de hojuelas de quinua y harina de lenteja en la formulación 2 esté favoreciendo una mayor velocidad de absorción de agua en comparación con las otras formulaciones.

En relación al efecto de la temperatura sobre el tiempo, según lo estudiado, el comportamiento de hidratación en la muestra control (T0) aumenta mayor temperatura, mientras que en los tratamientos 1 y 3 se eleva a 70°C y decae a 80°C.

Cunningham et al., (2007) demostró que las constantes de Peleg K1 y K2 disminuyeron con la temperatura, además de observar una estructura porosa y homogénea con pocos gránulos de almidón contenidos dentro de una proteína visibles a su estructura. Ogawa & Adachi, (2017) obtuvo valores estimados de K y He para la pasta de trigo en rango de 20°C a 90°C de 1,21 kg-H<sub>2</sub>O/kg m.s y  $7,42 \times 10^{-4}$  1/s respectivamente. El contenido de humedad en equilibrio está limitado por la gelatinización del almidón mientras que la velocidad inicial de hidratación es regulada por la difusión de agua a través de los poros de la pasta, independientemente de la gelatinización del almidón. Esto puede causar una disminución en la calidad de la pasta cocida y en el contenido de humedad, lo que afecta las propiedades mecánicas y el tiempo de rehidratación óptimo (Ogawa & Adachi, (2014).

### 3.3. Calidad de cocción

Evaluar la calidad culinaria de la pasta implica considerar la cantidad de sólidos que se liberan durante la cocción, la absorción del agua y el índice de hinchamiento (Torres et al., 2021), variables que se observan en la Tabla 3: Donde el TOC para T0 (muestra comercial de harina de trigo) fue de 8.4 min en comparación de las muestras de los tratamientos T1, T2 y T3 que obtuvieron 5.35 min, 6.22 min y 7.13 min respectivamente. Además, podemos observar que los valores de AA e IH son cercanos al control (T0), mientras que las PC se incrementan a medida que se adiciona mayor cantidad de lenteja (0.97-1.26). Sin embargo, no existe diferencia significativa respecto al TOC e IH; mientras que en variables de AA solo en el T2 existe una diferencia estadística respecto al control y en PC solo el T1 no es diferente al T0.

El tiempo óptimo de cocción e índice de hinchamiento según lo observado en la Tabla 3 es menor a lo obtenido de la muestra control debido a que las harinas que no tienen gluten cocen en menos tiempo que las harinas de trigo porque el gluten es una proteína que ayuda a que la masa se expanda y se mantenga esponjosa durante la cocción. En ausencia de gluten, la masa no tiene la misma estructura y tiende a desmoronarse. Esto significa que necesita menos tiempo para cocinarse, ya que no necesita tanto tiempo para desarrollar su estructura; Por ejemplo, en el trabajo de Romero & Zhang, (2019), los autores encontraron que los fideos elaborados con harina de garbanzo cocían en un tiempo de 5.5 minutos, mientras que los fideos elaborados con harina de trigo cocían en un tiempo de 10 minutos. En el trabajo de Schoenlechner et al., 2010; Zhao et al., 2020, los autores encontraron que los fideos elaborados con harina de quinoa y papa cocían en un tiempo de 3 y 4 min, mientras que los fideos elaborados con harina de trigo cocían en un tiempo de 9-10 min minutos.

Feijoo et al., 2017 señaló que la resistencia a la desintegración durante la cocción se ve afectada directamente por la sustitución completa de la harina de trigo. En el caso de las pastas sin gluten, como T1, T2 y T3, los polímeros de almidón se encuentran menos encapsulados, lo que puede dificultar el hinchamiento excesivo de los gránulos de almidón y, por lo tanto, la dispersión de los componentes en el agua de cocción. Las PC están relacionadas con la interrupción en la matriz de proteína/almidón, lo que ocasiona una distribución desigual de agua en su interior.

**Tabla 3.***Calidad de cocción de la pasta.*

<b>VARIABLES</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>TOC (min)</b>	8.40±0.5 <sup>a</sup>	5.35±1 <sup>a</sup>	6.22±0.6 <sup>a</sup>	7.13±0.6 <sup>a</sup>
<b>AA (g/100 g)</b>	80.103±2.09 <sup>b</sup>	76.77±7.4 <sup>b</sup>	73.64±6.0 <sup>c</sup>	82.93±7.3 <sup>b</sup>
<b>PC (%)</b>	1.35±0.25 <sup>c</sup>	0.97±0.15 <sup>c</sup>	1.02 ±0.37 <sup>d</sup>	1.26±0.25 <sup>d</sup>
<b>IH (g agua/g ps)</b>	1.6±0.04 <sup>d</sup>	1.08±0.06 <sup>d</sup>	0.95±0.07 <sup>d</sup>	1.1±0.18 <sup>d</sup>

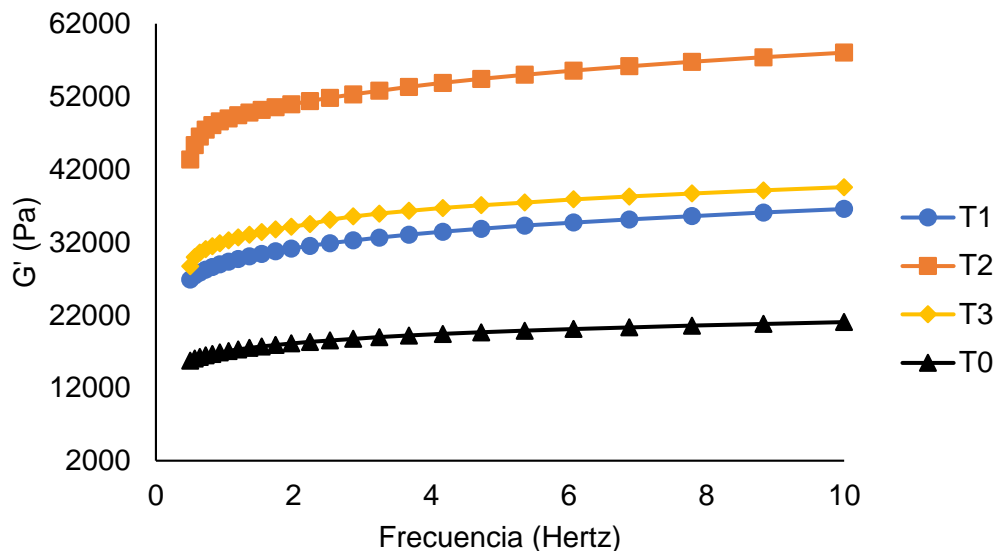
T0: Muestra comercial de puro trigo; T1: 10% HL y 90% GQ; T2: 20% HL y 80% GQ; T3: 30% HL y 70% GQ. Los valores corresponden al promedio ± DE: Desviación Estándar (n = 3). Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas respecto al control (p < 0,05)

### 3.4. Propiedades reológicas

En las pruebas reológicas de pasta, el módulo de almacenamiento ( $G'$ ) se utiliza para medir la fuerza de la pasta, mientras que el módulo de pérdida ( $G''$ ) se utiliza para medir la elasticidad de la pasta (Motta Romero et al., 2017). La fuerza de la pasta es su capacidad para resistir la deformación, mientras que la elasticidad de la pasta es su capacidad para volver a su forma original después de ser deformada. En la Figura 2 se observa que el módulo de almacenamiento ( $G'$ ) es mayor al módulo de pérdida ( $G''$ ) lo que indica que la pasta es resistente a la deformación y tiene una buena estructura, además, las pastas con un alto contenido de humedad y un alto contenido de proteína tienen un valor de  $G'$  más alto. Este comportamiento es comúnmente observado en sólidos elásticos; Autores como Torres Vargas et al., (2021) y Zhang et al., (2018) obtuvieron resultados similares donde se demostró que la adición de harinas modifica las propiedades reológicas, evidenciándose un módulo de almacenamiento ( $G'$ ) mayor que el de pérdida ( $G''$ ); esto sugiere un comportamiento más elástico que viscoso con buenas características de unión y estructura interna densa (Sofi et al., 2020). Un módulo de almacenamiento alto sugiere una interacción intensa entre partículas o una estructura en forma de red con estabilidad (Burgos et al., 2019).

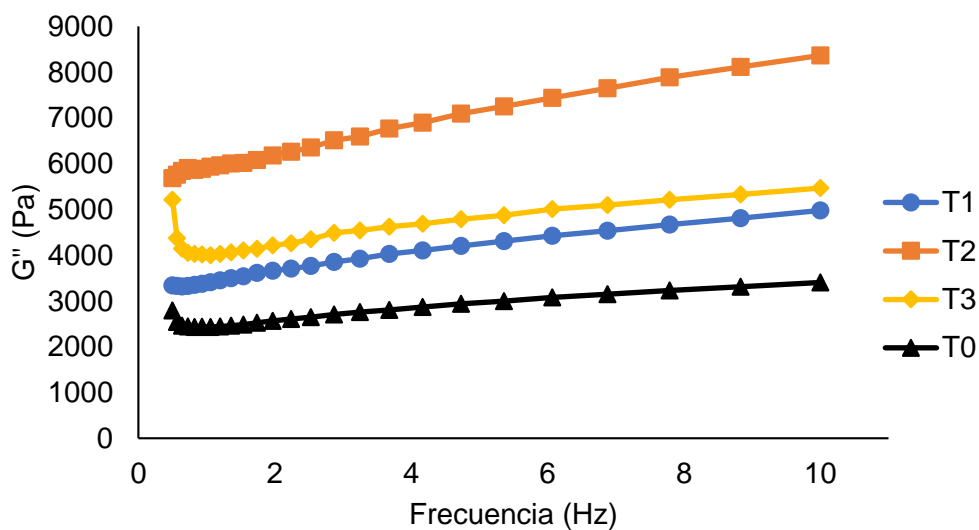
**Figura 2.**

*Módulo de almacenamiento ( $G'$ ) de la pasta de quinua con lenteja.*



**Figura 3.**

*Módulo de pérdida ( $G''$ ) de la pasta de quinua con lentejas.*



### 3.5. Perfil de textura

Los datos presentados en la Tabla 4: Dureza, cohesividad, elasticidad, masticabilidad, gomosis y Fracturabilidad evidencian que tanto la dureza y fracturabilidad incrementaron para la segunda adición de harina de lenteja, mientras que la cohesividad, masticabilidad y

gomosidad disminuyeron a mayor adición, solo la elasticidad aumento a mayor adición de harina de lenteja. Estadísticamente, no existe diferencia significativa con la muestra control en atributos de cohesividad, elasticidad, masticabilidad y gomosidad, esto sugiere que no hay mucha distinción en dichas propiedades.

La dureza y gomosidad de las pastas cocidas son determinadas por la presencia de proteínas ligadas a las gliadinas; mientras que los factores que evitarían la desintegración de las pastas cuando se cocinan son las gluteninas y, por otro, la baja proporción de proteínas solubles en agua.

**Tabla 4.**

*Perfil de textura de la pasta cocida.*

<b>Trat.</b>	<b>Dureza (N)</b>	<b>Cohesividad</b>	<b>Elasticidad</b>	<b>Masticabilidad (N)</b>	<b>Gomosidad (N)</b>	<b>Fracturabilidad (N)</b>
<b>T0</b>	0.51±0.20 <sup>a</sup>	0.52±0.06 <sup>a</sup>	0.99±0.02 <sup>a</sup>	0.26±0.08 <sup>a</sup>	0.26±0.08 <sup>a</sup>	0.51±0.20 <sup>a</sup>
<b>T1</b>	0.76±0.11 <sup>b</sup>	0.11±0.06 <sup>a</sup>	0.79±0.37 <sup>a</sup>	0.06±0.02 <sup>a</sup>	0.09±0.05 <sup>a</sup>	0.76±0.11 <sup>a</sup>
<b>T2</b>	1.28±0.27 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	1±0.00 <sup>a</sup>	0.08±0.03 <sup>a</sup>	0.08±0.03 <sup>a</sup>	1.24±0.37 <sup>b</sup>
<b>T3</b>	0.69±0.13 <sup>a</sup>	0.03±0.03 <sup>a</sup>	1±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.03 <sup>a</sup>	0.02±0.03 <sup>a</sup>	0.76±0.04 <sup>b</sup>

Los valores corresponden al promedio ± DE: Desviación Estándar (n = 3). Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas respecto al control (p < 0,05).

Bouasla et al., (2017) Obtuvo reportes de dureza de la pasta hidratada (0,44 N para la pasta de arroz y de 0,21 N a 0,40 N para la pasta enriquecida con harinas de leguminosas). Las mismas tendencias fueron observadas por Wójtowicz & Mościcki (2014) para la pasta precocida de trigo blando enriquecida con harinas de leguminosas. Las fracciones de fibra de la harina de legumbres pueden provocar la formación de grietas o discontinuidades dentro de la hebra de pasta que debilitan la estructura de la pasta.

### **3.6. Color**

Los elementos que definen el color de las pastas son los ingredientes que contienen carotenoides pigmento contribuyente del color amarillo de muchas pastas, otro factor determinante es el proceso de cocción: La duración y la temperatura pueden alterar la reacción de Maillard, además las harinas sin gluten tienden a producir pastas más oscuras o más pálidas (Mastromatteo et al., 2012). La pasta de quinoa con lentejas naturalmente no contiene harina de trigo ni huevo, alimentos que contribuyen al color, por lo que no tienen

el color característico de las pastas comerciales; Dichas pastas, según la variación de color ( $\Delta E$ ) son perceptibles a simple vista en comparación con la muestra control (T0).

Al examinar las coordenadas CIEL\*a\*b\* obtenidas para los diversos tratamientos (Tabla 5 y Figura 4), se evidencia la disminución de los valores de L\*, a\* y b\* en la pasta cruda, además de la notoria diferencia de valores en comparación con el tratamiento 0. En pasta cocida de la misma manera, los valores disminuyen con mayor adición de harina de lentejas.

**Tabla 5.**

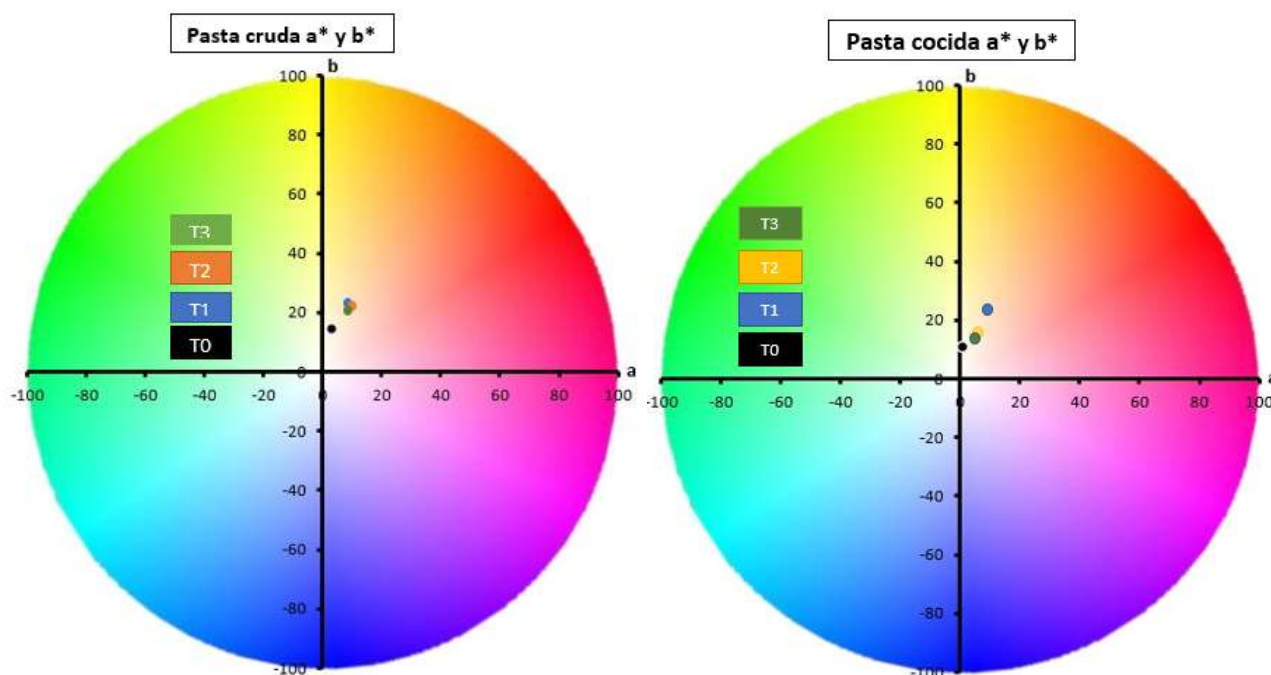
*Atributos de color en pasta cruda y cocida.*

Trat.	Pasta cruda				Pasta cocida			
	L*	a*	b*	$\Delta E$	L*	a*	b*	$\Delta E$
<b>T0</b>	56.46±0.87	3.29± 0.1	14.06±0.3		64.46±3.85	1.27±0.19	10.25±0.62	
<b>T1</b>	65.76±2.33	9.31±0.64	23.28±1.16	14.41	64.18±1.89	7.26±0.88	23.28±1.16	14.34
<b>T2</b>	64.22±2.03	9.65±0.37	22.88±0.88	13.36	65.58±1.32	5.68±0.58	16.54±1.16	7.76
<b>T3</b>	63.9±2.66	8.61±0.65	21.01±0.76	11.49	63.15±1.04	5.36±0.35	15.2±0.53	6.55

Autores como Petitot et al., (2010) obtuvieron valores similares de atributos de color de pastas; En pastas con guisantes y habas los valores de a\* oscilan entre 5.0-21.5, valores de b\* de 7.8-20.3 datos similares como los nuestros (Marengo et al., 2018); respecto a valores de luminosidad (L\*) López-Mejía & Morales, (2020) obtuvieron rangos que van desde 64.02-67.85 en pastas enriquecidas con zapallo, cada valor obtenido en este trabajo de investigación se encuentra entre lo obtenido por los autores mencionados. Cabe destacar que mientras se use alimentos con alto contenido de carotenoides o colorantes las pastas adquirirán dicho color. Nuestras pastas de quinua con lenteja no contienen dicho componente en abundancia motivo por el cual el color obtenido es amarillo pálido como se puede observar en la Figura 4.

**Figura 4.**

*Ubicación de la escala CIEL\*a\*b\* en los discos de color de pasta cruda y cocida.*



### 3.7. Evaluación microscópica

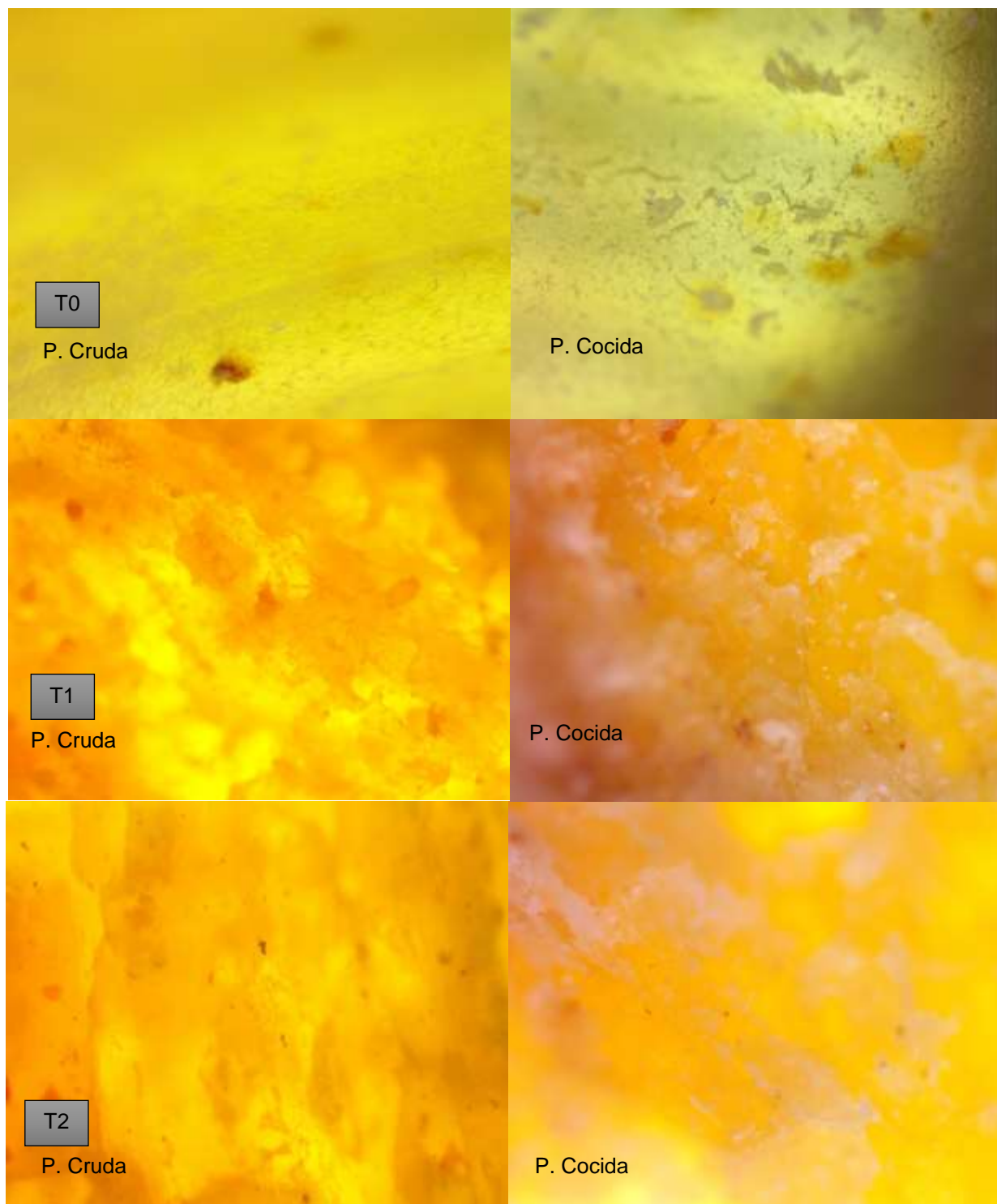
Los fideos sin gluten suelen ser quebradizos y menos uniforme que los fideos de trigo (Gimenez et al., 2013) como observa en la Figura 5, sin embargo, tienen una estructura similar a los fideos de trigo con algunas diferencias sutiles por la ausencia del gluten; Mientras que los fideos cocidos tienen una textura más suave y menos elástica por la influencia de la quinua y lenteja que tiende a absorber más líquido durante la cocción en comparación con otros ingredientes sin gluten (Vidaurre et al., 2019). Esto se puede comprobar en las imágenes de los tratamientos 1, 2 y 3 donde la presencia de los almidones gelatinizados cubre la mayor parte de la superficie.

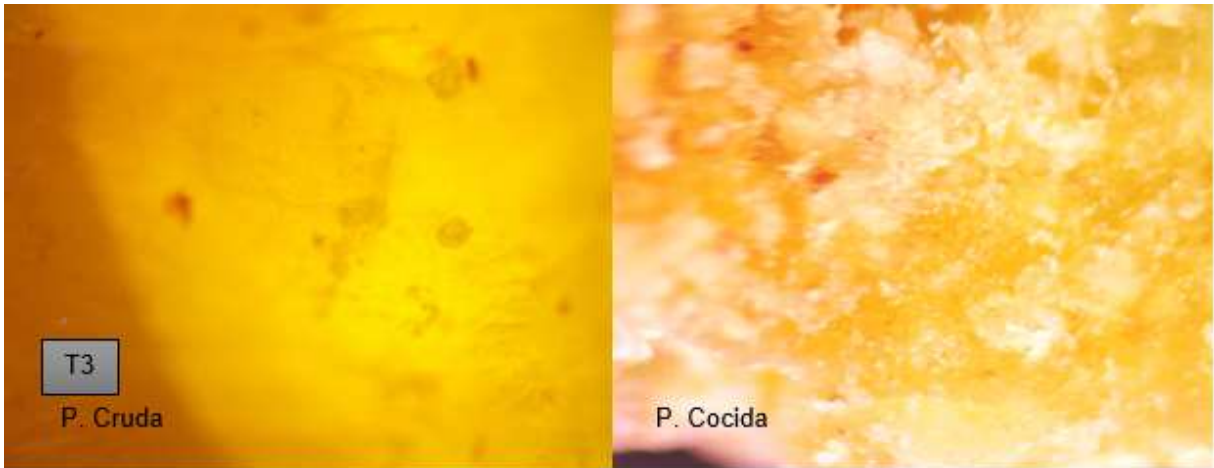
En el T1, T2 y T3 de la Figura 5 se observa que la estructura de la masa está compuesta de pequeñas partículas de almidón, proteínas y agua. Las partículas de almidón están dispersas en la masa que son fáciles de distinguir y forman una red que proporciona estructura y resistencia al fideo. Las proteínas y el agua también contribuyen a la estructura del fideo, pero no son tan fuertes como el gluten que provee elasticidad firme como la imagen del T0 donde se ve una superficie lisa. Los fideos de trigo son más elásticos y tienen una textura

más firme que los fideos sin gluten y los fideos sin gluten son más compactos y tienen una textura más suave que los fideos de trigo(Tiga et al., 2021).

**Figura 5.**

*Estructura de la pasta de quinua con lenteja.*





#### 4. CONCLUSIONES

En este estudio se pudo evidenciar la diferencia significativa entre los tratamientos desarrollados (T1, T2 y T3) y la muestra control (T0) en cada una de las variables respuesta. No obstante, es importante destacar que el tratamiento T3 se destacó por su alto contenido de proteínas (15%), superando al control que contiene un 12%. Por otro lado, todos los tratamientos mostraron un mejor ajuste a diferentes temperaturas de hidratación y en reología ningún tratamiento se acerca a la muestra control. En cuanto a la calidad de cocción, el tratamiento T3 fue el que más se asemejó en los atributos evaluados, mientras que en el perfil de textura no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Además, según el análisis de  $\Delta E$ , se encontró una diferencia significativa entre el control y los tratamientos, pero el tratamiento T3 presentó los valores menos diferentes al control y mostró una mayor similitud y percepción en comparación con los demás tratamientos. En consecuencia, se puede concluir que el tratamiento T3 es la formulación que presenta mejores y/o similares atributos a los de la muestra control.

## REFERENCIAS

- Adachi, S., Miyagawa, Y., Ariyanto, H. D., Kobayashi, T., & Yoshii, H. (2021). Water Sorption Kinetics of Starch Noodles with Different Cross-Sectional Shapes. *Starch/Staerke*, 73(5–6). <https://doi.org/10.1002/star.202000235>
- Bayomy, H., & Alamri, E. (2022). Technological and nutritional properties of instant noodles enriched with chickpea or lentil flour. *Journal of King Saud University - Science*, 34(3). <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.101833>
- Bouasla, A., Wójtowicz, A., & Zidoune, M. N. (2017). Gluten-free precooked rice pasta enriched with legumes flours: Physical properties, texture, sensory attributes and microstructure. *LWT*, 75, 569–577. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.10.005>
- Burgos, V. E., López, E. P., Goldner, M. C., & Del Castillo, V. C. (2019a). Physicochemical characterization and consumer response to new Andean ingredients-based fresh pasta: Gnocchi. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100142>
- Burgos, V. E., López, E. P., Goldner, M. C., & Del Castillo, V. C. (2019b). Physicochemical characterization and consumer response to new Andean ingredients-based fresh pasta: Gnocchi. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100142>
- Corzo, O., Ramírez, O., & Bracho, N. (2008). APLICACIÓN DEL MODELO DE PELEG EN EL ESTUDIO DE LA TRANSFERENCIA DE MASA DURANTE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE LAMINAS DE MAMEY (*Mammea americana* L.). *SABER. Revista Multidisciplinaria Del Consejo de Investigación de La Universidad de Oriente*, 20, 87–95.
- Cunningham, S. E., McMinn, W. A. M., Magee, T. R. A., & Richardson, P. S. (2007). Modelling water absorption of pasta during soaking. *Journal of Food Engineering*, 82(4), 600–607. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.03.018>
- Feijoo, J. C., Calderón, C. S., & Mora, E. M. (2017). Pruebas de cocción de pastas alimenticias elaboradas con harina de trigo - almidón de banano. *Cumbres*, 4, 9–16. <http://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres>

- Gimenez, M. A., Bassett, N., Lobo, M., & Samman, N. (2013). Fideos libres de gluten elaborados con harinas no tradicionales: caracte
- Adachi, S., Miyagawa, Y., Ariyanto, H. D., Kobayashi, T., & Yoshii, H. (2021). Water Sorption Kinetics of Starch Noodles with Different Cross-Sectional Shapes. *Starch/Staerke*, 73(5–6). <https://doi.org/10.1002/star.202000235>
- Bayomy, H., & Alamri, E. (2022). Technological and nutritional properties of instant noodles enriched with chickpea or lentil flour. *Journal of King Saud University - Science*, 34(3). <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.101833>
- Bouasla, A., Wójtowicz, A., & Zidoune, M. N. (2017). Gluten-free precooked rice pasta enriched with legumes flours: Physical properties, texture, sensory attributes and microstructure. *LWT*, 75, 569–577. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.10.005>
- Burgos, V. E., López, E. P., Goldner, M. C., & Del Castillo, V. C. (2019a). Physicochemical characterization and consumer response to new Andean ingredients-based fresh pasta: Gnocchi. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100142>
- Burgos, V. E., López, E. P., Goldner, M. C., & Del Castillo, V. C. (2019b). Physicochemical characterization and consumer response to new Andean ingredients-based fresh pasta: Gnocchi. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100142>
- Corzo, O., Ramírez, O., & Bracho, N. (2008). APLICACIÓN DEL MODELO DE PELEG EN EL ESTUDIO DE LA TRANSFERENCIA DE MASA DURANTE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE LAMINAS DE MAMEY (*Mammea americana* L.). *SABER. Revista Multidisciplinaria Del Consejo de Investigación de La Universidad de Oriente*, 20, 87–95.
- Cunningham, S. E., McMinn, W. A. M., Magee, T. R. A., & Richardson, P. S. (2007). Modelling water absorption of pasta during soaking. *Journal of Food Engineering*, 82(4), 600–607. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.03.018>
- Feijoo, J. C., Calderón, C. S., & Mora, E. M. (2017). Pruebas de cocción de pastas alimenticias elaboradas con harina de trigo - almidón de banano. *Cumbres*, 4, 9–16. <http://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres>

- Gimenez, M. A., Bassett, N., Lobo, M., & Samman, N. (2013). Fideos libres de gluten elaborados con harinas no tradicionales: características nutricionales y sensoriales. *DIAETA*, 31(144), 19–23.
- Giménez, M. A., Drago, S. R., Bassett, M. N., Lobo, M. O., & Sammán, N. C. (2016). Nutritional improvement of corn pasta-like product with broad bean (*Vicia faba*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Food Chemistry*, 199, 150–156. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.065>
- Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Fortunati, P., & Masoero, F. (2015). Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour. *Food Chemistry*, 175, 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.127>
- Gupta, A., Sharma, S., & Reddy Surasani, V. K. (2021). Quinoa protein isolate supplemented pasta: Nutritional, physical, textural and morphological characterization. *LWT*, 135. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110045>
- Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N., & Califano, A. (2016). Mathematical modeling of the drying process of gluten-free pasta according to temperature and relative humidity. *INNOTECH*, 11, 54–58. <http://ojs.latu.org.uy/REVISTADELLABORATORIOTECNOLÓGICODELURUGUAY>
- López-Mejía, N., & Morales Posada, N. B. (2020). Optimization of the formulation of gluten-free pasta enriched with dehydrated pumpkin pulp using the method of mix design. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.29918>
- Marengo, M., Amoah, I., Carpen, A., Benedetti, S., Zanoletti, M., Buratti, S., Lutterodt, H. E., Johnson, P. N. T., Manful, J., Marti, A., Bonomi, F., & Iametti, S. (2018). Enriching gluten-free rice pasta with soybean and sweet potato flours. *Journal of Food Science and Technology*, 55(7), 2641–2648. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3185-z>
- Martinez, C. S., Ribotta, P. D., León, A. E., & Añón, M. C. (2007). PHYSICAL, SENSORY AND CHEMICAL EVALUATION OF COOKED SPAGHETTI. *Journal of Texture Studies*, 38, 666–683. <https://doi.org/doi:10.1111/j.1745-4603.2007.00119.x>
- Mastromatteo, M., Chillo, S., Iannetti, M., Civica, V., Sepielli, G., & Nobile, M. A. Del. (2012). Influence of Heat Treatment on the Quality of Functional Gluten-Free Spaghetti. *Food and Nutrition Sciences*, 03(04), 433–440. <https://doi.org/10.4236/fns.2012.34062>

- Milde, L. B., Chigal, P. S., Olivera, J. E., & González, K. G. (2020). Incorporation of xanthan gum to gluten-free pasta with cassava starch. Physical, textural and sensory attributes. *LWT*, *131*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109674>
- Motta Romero, H., Santra, D., Rose, D., & Zhang, Y. (2017). Dough rheological properties and texture of gluten-free pasta based on proso millet flour. *Journal of Cereal Science*, *74*, 238–243. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.02.014>
- Ogawa, T., & Adachi, S. (2014). Measurement of Moisture Profiles in Pasta During Rehydration Based on Image Processing. *Food and Bioprocess Technology*, *7*(5), 1465–1471. <https://doi.org/10.1007/s11947-013-1156-y>
- Ogawa, T., & Adachi, S. (2016). Moisture distribution and texture of spaghetti rehydrated under different conditions. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, *80*(4), 769–773. <https://doi.org/10.1080/09168451.2015.1116930>
- Ogawa, T., & Adachi, S. (2017a). Drying and rehydration of pasta. In *Drying Technology* (Vol. 35, Issue 16, pp. 1919–1949). Taylor and Francis Inc. <https://doi.org/10.1080/07373937.2017.1307220>
- Ogawa, T., & Adachi, S. (2017b). *Moisture Distributions and Properties of Pasta Prepared or Cooked Under Different Conditions* (pp. 119–148). [https://doi.org/10.1007/978-4-431-56080-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-4-431-56080-7_5)
- Petitot, M., Boyer, L., Minier, C., & Micard, V. (2010). Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. *Food Research International*, *43*(2), 634–641. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.020>
- Romero, H. M., & Zhang, Y. (2019). Physicochemical properties and rheological behavior of flours and starches from four bean varieties for gluten-free pasta formulation. *Journal of Agriculture and Food Research*, *1*. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2019.100001>
- Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K., & Berghofer, E. (2010). Functional Properties of Gluten-Free Pasta Produced from Amaranth, Quinoa and Buckwheat. *Plant Foods for Human Nutrition*, *65*(4), 339–349. <https://doi.org/10.1007/s11130-010-0194-0>
- Shang, J., Zhao, B., Li, L., Liu, M., Hong, J., Fan, X., Wu, T., Liu, C., & Zheng, X. (2023). Impact of A/B-type wheat starch granule ratio on rehydration behavior and cooking quality of

- noodles and the underlying mechanisms. *Food Chemistry*, 405, 134896. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2022.134896>
- Sofi, S. A., Singh, J., Chhikara, N., Panghal, A., & Gat, Y. (2020). Quality characterization of gluten free noodles enriched with chickpea protein isolate. *Food Bioscience*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100626>
- Teterycz, D., Sobota, A., Zarzycki, P., & Latoch, A. (2020). Legume flour as a natural colouring component in pasta production. *Journal of Food Science and Technology*, 57(1), 301–309. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04061-5>
- Tiga, B. H., Kumcuoglu, S., Vatansever, M., & Tavman, S. (2021a). Thermal and pasting properties of Quinoa—Wheat flour blends and their effects on production of extruded instant noodles. *Journal of Cereal Science*, 97. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103120>
- Tiga, B. H., Kumcuoglu, S., Vatansever, M., & Tavman, S. (2021b). Thermal and pasting properties of Quinoa—Wheat flour blends and their effects on production of extruded instant noodles. *Journal of Cereal Science*, 97. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103120>
- Torres, O. L., Lema, M., & Galeano, Y. V. (2021a). Effect of Using Quinoa Flour (*Chenopodium quinoa* Willd.) on the Physicochemical Characteristics of an Extruded Pasta. *International Journal of Food Science*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8813354>
- Torres, O. L., Lema, M., & Galeano, Y. V. (2021b). Effect of Using Quinoa Flour (*Chenopodium quinoa* Willd.) on the Physicochemical Characteristics of an Extruded Pasta. *International Journal of Food Science*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8813354>
- Torres Vargas, O. L., Lema González, M., & Galeano Loaiza, Y. V. (2021). Optimization study of pasta extruded with quinoa flour (*Chenopodium quinoa* willd). *CYTA - Journal of Food*, 19(1), 220–227. <https://doi.org/10.1080/19476337.2021.1883116>
- Ulloa, J. A., Rosas-Ulloa, P., Carmen Ramírez-Ramírez, J., Ulloa-Rangel, B. E., & Para, A. (2016). *Mathematical modeling of hydration kinetics at different temperatures of four bean (*Phaseolus vulgaris* L) varieties produced in Mexico.* <http://banco Germoplasma.catie.ac.cr/img/fabaceae/phaseolus-vulgaris-banner.jpg>
- Vidaurre Ruiz, J. M., Salas Valerio, W. F., & Repo-Carrasco Valencia, R. (2019). Propiedades de pasta y texturales de las mezclas de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha

- (*Amaranthus caudatus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*) en un sistema acuoso. *Revista de Investigaciones Altoandina*, 21(1), 5–14. <https://doi.org/10.18271/ria.2019.441>
- Wójtowicz, A., & Mościcki, L. (2014). Influence of legume type and addition level on quality characteristics, texture and microstructure of enriched precooked pasta. *LWT*, 59(2P1), 1175–1185. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.06.010>
- Zhang, D., Mu, T., & Sun, H. (2018). Effects of starch from five different botanical sources on the rheological and structural properties of starch–gluten model doughs. *Food Research International*, 103, 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.023>
- Zhao, B., Deng, J., Li, M., Li, H., Gong, H., Zhang, Y., & Chen, Z. (2020). Effects of gluten on rheological properties of dough and qualities of noodles with potato–wheat flour blends. *Cereal Chemistry*, 97(3), 601–611. <https://doi.org/10.1002/cche.10276>

## ANEXOS

### Anexo A. Evidencia de sumisión del artículo

# Submission Confirmation

 Print

---

Thank you for your submission

---

**Submitted to**

Ciência e Agrotecnologia

**Manuscript ID**

CAGRO-2023-0156

**Title**

Cooking quality, color, and texture profile analysis of a quinoa and lentil pasta

**Authors**

Vargas Huamán, Elizabeth

Pinto Hurtado, Vilma

Mayta Pinto, Edgar

Prieto, Jose M.

**Date Submitted**

02-Oct-2023

## Anexo B. Resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo



“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

RESOLUCION N° 0609-2023/UPeU-FIA-CF

Lima, Ñaña, 17 de octubre de 2023

### VISTO:

El expediente de los (las) bachilleres Elizabeth Vargas Huamán identificado(a) con código universitario N° 201521869, Vilma Pinto Hurtado identificado(a) con código universitario N° 201521876, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

### CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la sustentación de la tesis en formato artículo;

Que el Comité Dictaminador ha emitido su dictamen aprobando el informe de tesis titulado "Calidad de cocción, color y análisis de perfil de textura de una pasta de quinua con lenteja", presentado por los(las) bachilleres Elizabeth Vargas Huamán, Vilma Pinto Hurtado reuniendo de esta manera las condiciones previas para la declaratoria de expedito para la programación de la sustentación;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 17 de octubre de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de investigación de la Universidad;


### SE RESUELVE:

1. Declarar expedito a los (las) bachilleres Elizabeth Vargas Huamán, Vilma Pinto Hurtado, para que sustenten la tesis en formato artículo "Calidad de cocción, color y análisis de perfil de textura de una pasta de quinua con lenteja", conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias, el 27 de octubre de 2023, a las 9.00 horas, en el Auditorio Wellesley Muir.
2. Designar el Jurado de Sustentación, encargado de gestionar la sustentación respectiva, el mismo que queda constituido por los siguientes miembros:

Presidenta: MSc. Carmen Rosa Apaza Humerez  
Secretario: MSc. José Manuel Prieto  
Asesor: Mg. Edgar Mayta Pinto  
Vocal I: Ing. Joel Jerson Coaquira Quispe

Regístrese, comuníquese y archívese.



  
Dra. Enka Inés Acuña Salinas  
DECANA



  
Mg. Kerry Magaly Arellano Lino  
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:  
-Interesado  
-Jurado (05)  
-Secretaría General  
-Archivo