

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



TESIS:

**Sustitución de la harina de trigo con harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa* L)
para elaborar pastas alimenticias nutritivas**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Bach. Amner Ruber PARIONA LOPEZ

ASESOR:

M.sc. Eusebio DE LA CRUZ FERNÁNDEZ

AYACUCHO-PERÚ

2024

DEDICATORIA

Al Todopoderoso, por brindarme salud para alcanzar mis metas y proyectos.

A mis queridos padres Julia López Mendoza y Gabino Pariona Quintano, por haberme apoyado en los momentos más difíciles de mi vida y haber creído en mí.

A mis hermanos Maritza, Joseas y Yanina, por su apoyo incondicional.

Finalmente, a los docentes, aquellos que marcaron con sus sabios conocimientos cada etapa de mi camino universitario.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi alma mater, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, así como a mis profesores de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, y en especial a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por las valiosas enseñanzas brindadas durante mi vida universitaria.

Mis sinceros agradecimientos al M.Sc. Eusebio De La Cuz Fernández, a la Ing. Isabel Gonzales Quispe, Asesores de tesis, por sus valiosos consejos y aportes que fueron fundamentales para el éxito del presente trabajo de investigación.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mis amigos y familiares que, de diversas maneras, apoyan incondicionalmente mi desarrollo profesional.

También deseo reconocer a la Institución Centro de Culturas Indígenas del Perú (CHIRAPAQ) por ofrecerme una beca para egresados, lo que permitió la exitosa finalización de mi trabajo de investigación.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo desarrollar pastas alimenticias que integran puré de pituca (PP) en proporciones que varían entre el 28% y el 35%, harina de quinua (HQ) en un rango del 60% al 70%, y harina de cúrcuma (HC) en cantidades de 0,2% a 0,6%. Se diseñaron un total de 9 tratamientos utilizando el software Minitab 20, aplicando un método de Diseño de Mezclas. Se realizaron análisis proximales (humedad, grasa, proteína, fibra bruta, ceniza, carbohidratos, acidez, calcio y hierro) y sensoriales (color, olor, sabor y textura), utilizando una escala hedónica de 7 puntos que iba desde “me gusta poco” hasta “me gusta mucho”, con la participación de 30 panelistas no entrenados. Los resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), así como a través de gráficas de contorno y de seguimiento de respuesta. Los análisis proximales mostraron que la humedad no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), oscilando entre $10,725\% \pm 0,065$. En contraste, los valores de grasa ($2,225\% \pm 0,105$), proteína ($9,185\% \pm 0,135$), fibra bruta ($2,685\% \pm 0,105$), ceniza ($3,0495\% \pm 0,0755$), carbohidratos ($72,065\% \pm 0,525$), acidez ($0,1635\% \pm 0,0025\%$), calcio ($126,775 \text{ mg} \pm 4,125$) y hierro ($16,64 \text{ mg} \pm 0,88$) sí mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$). La evaluación sensorial indicó que la muestra con mejor aceptación fue aquella que contenía puré de pituca (29,40%), harina de quinua (70%) y harina de cúrcuma (0,60%). Esta formulación, desde el punto de vista microbiológico, cumplió con los requisitos establecidos en la Resolución Ministerial 591-2008/MINSA, siendo considerada apta para el consumo humano. El reporte proximal del tratamiento óptimo fue: humedad 10,73%, grasa 2,24%, proteína 9,14%, carbohidratos 72,17%, hierro 127,48 mg y calcio 16,20 mg.

Palabras clave: fideo sin gluten, puré de pituca, harina quinua, harina cúrcuma, evaluación sensorial.

ABSTRACT

The research aimed to develop pasta products that incorporate pituca puree (PP) in proportions ranging from 28% to 35%, quinoa flour (QF) in a range from 60% to 70%, and turmeric flour (TF) in amounts from 0.2% to 0.6%. A total of 9 treatments were designed using Minitab 20 software, applying a Mixture Design method. Proximal analyses (moisture, fat, protein, crude fiber, ash, carbohydrates, acidity, calcium, and iron) and sensory analyses (color, odor, flavor, and texture) were conducted, using a 7-point hedonic scale ranging from "like it a little" to "like it a lot," with the participation of 30 untrained panelists. The results were statistically evaluated using a completely randomized block design (CRBD), as well as through contour and response surface plots. The proximal analyses showed that the moisture did not present statistically significant differences ($p < 0.05$), ranging between $10.725\% \pm 0.065$. In contrast, the values for fat ($2.225\% \pm 0.105$), protein ($9.185\% \pm 0.135$), crude fiber ($2.685\% \pm 0.105$), ash ($3.0495\% \pm 0.0755$), carbohydrates ($72.065\% \pm 0.525$), acidity ($0.1635\% \pm 0.0025\%$), calcium ($126.775 \text{ mg} \pm 4.125$), and iron ($16.64 \text{ mg} \pm 0.88$) did show significant differences ($p < 0.05$). The sensory evaluation indicated that the sample with the best acceptance was the one containing pituca puree (29.40%), quinoa flour (70%), and turmeric flour (0.60%). This formulation, from a microbiological standpoint, met the requirements established in Ministerial Resolution 591-2008/MINSA, being considered suitable for human consumption. The proximate report was: moisture 10.73%, fat 2.24%, protein 9.14%, carbohydrates 72.17%, iron 127.48 mg, and calcium 16.20 mg.

Keywords: gluten-free noodles, pituca puree, quinoa flour, turmeric flour, sensory acceptance.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Formulación del problema	4
1.3 Objetivos.....	4
1.4 Justificación	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes.....	6
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	7
2.2 La quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.).....	11
2.2.1 Generalidades	11
2.2.2 Taxonómica	12
2.2.3 Variedad y diversidad genética.....	13
2.2.4 Propiedades funcionales	13
2.2.5 Composición química y valor nutricional de la quinua.....	14
2.2.6 Harina de quinua	15
2.2.7 Usos de la quinua	16
2.3 Pituca (<i>Colocasia esculenta</i>)	16
2.3.1 Generalidades	16

2.3.2 Origen y distribución	18
2.3.3 Clasificación taxonómica	18
2.3.4 Variedades de pituca	19
2.3.5 Composición química de la pituca	19
2.3.6 Valor nutricional	20
2.3.7 Usos de la pituca	21
2.3.8 Beneficios de la pituca en la alimentación	22
2.4 Cúrcuma (<i>Cúrcuma longa</i> L)	22
2.4.1 Generalidades	22
2.4.2 Clasificación taxonómica	23
2.4.3 Valor nutricional	24
2.4.4 Propiedades funcionales de la cúrcuma	25
2.4.5 Usos en la formulación de alimentos	26
2.5 Pastas alimenticias	26
2.5.1 Orígenes de la pasta	27
2.5.2 Ingredientes básicos para la elaboración de pasta alimenticia	28
2.5.3 Procedimientos de elaboración de pastas alimenticias	29
2.5.4 Valor nutricional de pasta alimenticias	30
2.5.5 Clasificación de la pasta alimenticia	31
2.5.6 Calidad de pastas alimenticias	33
2.6 Requisitos físico químicos para pasta alimenticia	34
2.7 Requisitos microbiológicos para pasta alimenticia	35
2.8 Requisitos sensoriales para pasta alimenticia	37
2.9 Variables en estudio	37
2.10 Hipótesis	38
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1 Lugar de ejecución	39
3.2 Materia prima e insumos	39
3.3 Materiales y equipos	39

3.4 Metodología experimental	41
3.4.1 Tipo de investigación	41
3.4.2 Nivel de investigación	42
3.4.3 Diseño estadístico	42
3.4.4 Diseño experimental	43
3.4.5 Formulación de las mezclas para la pasta alimenticia en estudio	43
3.4.6 Variables independientes	44
3.4.7 Variables dependientes	44
3.4.8 Formulación del trabajo de estudio.....	44
3.4.9 Proceso de producción de pasta alimenticia nutritiva utilizando puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.....	45
3.5 Métodos de análisis proximal	50
3.6 Comparación de valor nutricional	52
3.7 Análisis microbiológico	52
3.8 Evaluación sensorial.....	53
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
4.1 Análisis Proximal de la Pasta Alimenticia Elaborada con Puré de Pituca, Harina de Quinua y Harina de Cúrcuma.	54
4.1.1 Evaluación estadística del contenido de humedad de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.	54
4.1.2 Evaluación estadística del contenido de grasa de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.	56
4.1.3 Evaluación estadística del contenido de proteína de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.	59
4.1.4 Evaluación estadística del contenido de fibra de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.	62
4.1.5 Evaluación estadística del contenido de ceniza de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.	65
4.1.6 Evaluación estadística del contenido de carbohidratos de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.	68

4.1.7 Evaluación estadística del contenido de acidez de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.	71
4.1.8 Evaluación estadística del contenido de calcio de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.	74
4.1.9 Evaluación estadística del contenido de hierro de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.	77
4.2 Resultados de la comparación nutricional	80
4.3 Resultados del análisis microbiológico	81
4.4 Resultados de la aceptación sensorial de la pasta alimenticia a base de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma	81
4.4.1 Evaluación sensorial de la aceptación para el atributo color	82
4.4.2 Aceptación estadística del atributo olor	84
4.4.3 Aceptación estadística del atributo sabor	86
4.4.4 Evaluación estadística del atributo textura	88
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES.....	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Planta de pituca de la variedad blanca en su estado natural</i>	17
Figura 2 <i>Cormos de pituca variedad blanca</i>	18
Figura 3 <i>Cúrcuma o palillo en estado fresco</i>	23
Figura 4 <i>Diagrama de flujo de bloques general para la elaboración de pastas alimenticias</i>	30
Figura 5 <i>Diagrama de la metodología experimental de la investigación efectuada</i>	43
Figura 6 <i>Diagrama de bloques para la obtención de puré de pituca de la variedad blanca</i> .	46
Figura 7 <i>Diagrama de bloques para la obtención de la harina de quinua blanca</i>	47
Figura 8 <i>Diagrama de flujo de bloques para la obtención de la harina de cúrcuma</i>	48
Figura 9 <i>Diagrama de bloques cuantitativo para elaborar pastas alimenticias nutritivas a base de harina de quinua, puré de pituca y harina de cúrcuma</i>	50
Figura 10 <i>Gráfica de contorno para la variable humedad de la pasta alimenticia nutritiva en estudio</i>	55
Figura 11 <i>Gráfica de rastreo de respuesta para la variable humedad de la pasta alimenticia en estudio</i>	55
Figura 12 <i>Gráfica de contorno para la variable grasa de la pasta alimenticia nutritiva en estudio</i>	58
Figura 13 <i>Gráfica de rastreo de respuesta para la variable grasa de la pasta alimenticia en estudio</i>	58
Figura 14 <i>Gráfica de contorno para la variable proteína de la pasta alimenticia nutritivas en estudio</i>	61
Figura 15 <i>Gráfica de rastreo de respuesta para la variable proteína de las pastas alimenticias</i>	61
Figura 16 <i>Gráfica de contorno para la variable fibra de las pastas alimenticias nutritivas en estudio</i>	64

Figura 17 <i>Gráfica de rastreo de respuesta para la variable fibra de la pasta alimenticia en estudio</i>	64
Figura 18 <i>Gráfica de contorno para la variable ceniza de la pasta alimenticia nutritiva en estudio</i>	67
Figura 19 <i>Gráfica de rastreo de respuesta para la variable ceniza de la pasta alimenticia en estudio</i>	67
Figura 20 <i>Gráfica de contorno para la variable carbohidratos de la pasta alimenticia en estudio</i>	70
Figura 21 <i>Gráfica de rastreo de respuesta para la variable carbohidrato de la pasta alimenticia en estudio</i>	70
Figura 22 <i>Gráfica de contorno para la variable acidez de la pasta alimenticia en estudio</i> ...	73
Figura 23 <i>Gráfica de rastreo de respuesta para la variable acidez de la pasta alimenticia en estudio</i>	73
Figura 24 <i>Gráfica de contorno para la variable calcio de la pasta alimenticia en estudio</i>	76
Figura 25 <i>Gráfica de rastreo de respuesta para la variable calcio de la pasta alimenticia en estudio</i>	76
Figura 26 <i>Gráfica de contorno para la variable hierro de la pasta alimenticia en estudio</i>	79
Figura 27 <i>Gráfica de rastreo de respuesta para la variable hierro de la pasta alimenticia en estudio</i>	79
Figura 28 <i>Gráfica de distribución para el atributo color de la pasta alimenticia en estudio</i> ..	84
Figura 29 <i>Gráfica de distribución para el atributo olor de la pasta alimenticia en estudio</i>	86
Figura 30 <i>Gráfica de distribución para el atributo sabor de la pasta alimenticia en estudio</i> .	88
Figura 31 <i>Gráfica de distribución para el atributo textura de la pasta alimenticia en estudio</i>	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición química de la quinua (100 g alimento).....	15
Tabla 2 Composición química de los cormos de la pituca (100 g)	20
Tabla 3 Composición de los hidratos de pituca (100 g)	20
Tabla 4 Comparación del valor nutricional de la pituca y otros recursos alimenticios (100 g)	21
Tabla 5 Composición química de la pituca, para 100g de producto en base húmeda	21
Tabla 6 Valor nutricional de la <i>Cúrcuma longa</i> L.....	24
Tabla 7 Composición proximal de la pasta alimenticia (100 g)	31
Tabla 8 Requisitos físico químicos de la pasta alimenticia frescos y secos (100 g)	34
Tabla 9 Requisitos microbiológicos para pastas alimenticias frescas (NT 206.010.2016)...	35
Tabla 10 Requisitos microbiológicos para pastas secas (NT 206.010.2016).....	36
Tabla 11 Variables independientes y dependientes con sus respectivos indicadores	38
Tabla 12 Formulación de los componentes de la pasta alimenticia en estudio	43
Tabla 13 Proporciones de los componentes según diseño de mezclas de vértices extremos	44
Tabla 14 Tabla comparativa de los resultados de los análisis nutricionales, según el análisis proximal	52
Tabla 15 Prueba hedónica de 7 puntos empleados en la evaluación de los atributos color, olor, sabor y textura de las pastas nutritivas.....	53
Tabla 16 Cuadro ANOVA para la variable humedad de la pasta alimenticia nutritiva en estudio	54
Tabla 17 Cuadro ANOVA para la variable grasa de la pasta alimenticia nutritiva en estudio	56
Tabla 18 Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable grasa	57

Tabla 19 Cuadro ANOVA para la variable proteína de la pasta alimenticia nutritivas en estudio	59
Tabla 20 Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable proteína	60
Tabla 21 Cuadro ANOVA para la variable fibra de la pasta alimenticia nutritivas en estudio	62
Tabla 22 Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable fibra	63
Tabla 23 Cuadro ANOVA para la variable ceniza de la pasta alimenticia en estudio	65
Tabla 24 Comparación múltiple de tukey para la variable ceniza	66
Tabla 25 ANOVA para la variable carbohidratos de la pasta alimenticia en estudio.....	68
Tabla 26 Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable carbohidrato.....	69
Tabla 27 Cuadro ANOVA para la variable acidez de la pasta alimenticia en estudio	71
Tabla 28 Comparación múltiple de tukey para la variable acidez	72
Tabla 29 Cuadro ANOVA para la variable calcio de la pasta alimenticia en estudio	74
Tabla 30 Tabla de comparación múltiple de tukey para la variable calcio	75
Tabla 31 Cuadro ANOVA para la variable hierro de la pasta alimenticia en estudio	77
Tabla 32 Tabla de comparación múltiple de tukey para la variable hierro	78
Tabla 33 Resultados de la comparación nutricional	80
Tabla 34 Resultados del análisis microbiológico de la pasta alimenticia estudiado.....	81
Tabla 35 Cuadro Análisis de varianza para el atributo color	82
Tabla 36 Comparación múltiple de tukey para el atributo color	83
Tabla 37 Cuadro Análisis de varianza para el atributo olor	84
Tabla 38 Comparación múltiple de tukey para el atributo olor	85
Tabla 39 Cuadro Análisis de varianza para el atributo sabor	86
Tabla 40 Comparación múltiple de tukey para el atributo sabor	87
Tabla 41 Cuadro Análisis de varianza para el atributo textura.....	88
Tabla 42 Comparación múltiple de tukey para el atributo textura	89

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Fotografías de los procesos de elaboración de la pasta alimenticia a base de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma</i>	105
Anexo 2 <i>Resultados promedio de los análisis proximales de la pasta alimenticia en estudio según el diseño experimental de mezclas.</i>	110
Anexo 3 <i>Resultado del análisis proximal de la muestra, tallarín "Bella abanquina"</i>	110
Anexo 4 <i>Resultados del análisis microbiológico</i>	111
Anexo 5 <i>Formato de evaluación sensorial para la pasta alimenticia a base de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma</i>	112
Anexo 6 <i>Grado de satisfacción para el atributo color</i>	114
Anexo 7 <i>Grado de satisfacción para el atributo olor</i>	115
Anexo 8 <i>Grado de satisfacción para el atributo sabor</i>	116
Anexo 9 <i>Grado de satisfacción para el atributo textura</i>	117
Anexo 10 <i>Resultado de los valores promedio del análisis sensorial de los atributos en estudio</i>	118
Anexo 11 <i>Metodología para la determinación de calcio</i>	119
Anexo 12 <i>Metodología para la determinación de hierro</i>	121

INTRODUCCIÓN

Debido a que la pasta o fideos es parte de la dieta de muchas personas a nivel mundial, es ampliamente aceptada por ser un alimento relativamente económica, versátil, fácil de preparar y guardar (Leyva Barzola, 2015).

Históricamente, los alimentos destinados al consumo humano se veían únicamente como una fuente de energía. Sin embargo, gracias a los avances en el campo de la nutrición y la innovación en productos saludables, los consumidores actualmente tienen la opción de elegir alimentos que no solo lo satisfagan, sino también contribuyan en su bienestar. La demanda actual se centra en alimentos frescos, seguros desde el punto de vista de inocuidad, agradables al gusto, fáciles de preparar, bajos en calorías y grasas, con beneficios nutricionales, disponibles todo el año y, en lo posible, a precios accesibles. Estos cambios significativos en los hábitos alimenticios de los consumidores, que buscan satisfacer sus necesidades nutricionales de acuerdo con un estilo de vida moderno, representan un gran desafío. Esta situación se complica aún más por el hecho de que una gran parte de la población prefiere alimentos libres de pesticidas (orgánicos) o con menos aditivos químicos, como conservantes (De la Fuente y Barboza, 2010).

El desarrollo de alternativas a la harina de trigo enriquece su perfil nutricional al ofrecer un mayor contenido de proteínas con aminoácidos esenciales, fibra dietética, compuestos bioactivos y minerales. Ejemplo de ello son los fideos elaborados con puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma, recursos alimenticios de la región Ayacucho, Perú, y que se van integrando en la dieta de la población. Esta opción no solo reduce la dependencia de materias primas importadas como el trigo, sino que también representa un alimento saludable que contribuye a una alimentación saludable (Prado, 2023).

El propósito de la investigación fue desarrollar un fideo nutritivo, a base de puré de pituca (variedad blanca), harina de quinua (blanca Junín) y harina de cúrcuma, con el objetivo de obtener un fideo que cumpla con las exigencias sensoriales, nutricionales y microbiológicas, indicándonos ser aptos para consumo humano de toda condición.

CAPITULO I: PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Para entender la relevancia de mantener una alimentación saludable, es fundamental considerar que, según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), citada por Proaño (2022), a nivel mundial, niños menores de cinco años (42%) y mujeres embarazadas (40%) sufren de deficiencias nutricionales. La carencia de nutrientes esenciales en la dieta puede dar lugar a diversas enfermedades (desnutrición, anemia, alergias, cáncer y diabetes). En particular, la anemia, que resulta de la falta de hierro, suele presentarse cuando las necesidades de este mineral aumentan durante etapas críticas de crecimiento y desarrollo, como la infancia, la adolescencia y el embarazo. Además, en países en desarrollo, la desnutrición y la malnutrición están en aumento, atribuibles a una distribución inadecuada de alimentos, precios elevados y una calidad alimentaria deficiente. A pesar de los esfuerzos del gobierno peruano por implementar proyectos que aborden esta problemática, la desnutrición continúa siendo un desafío significativo en el país (Abanto, 2012).

La desnutrición crónica entre los niños en el Perú es un problema muy grave. Según los estándares internacionales, casi el 30% de los niños menores de 5 años están desnutridos, y aunque durante más de dos décadas se han implementado políticas y programas para combatir la desnutrición, la prevalencia de esta enfermedad en los niños se ha mantenido alta toda mi vida. quintiles de riqueza, lo que muestra que la importancia de abordar los problemas nutricionales antes de que nazca un niño, así como la alta probabilidad de que estos problemas se vuelvan permanentes, aumenta para los niños pequeños de todas las edades en las zonas suburbanas y rurales si el problema mencionado no es atacado tempranamente (Beltrán y Seinfeld, 2009).

En Perú, el 40% de los niños entre 6 a 35 meses sufren de anemia y otras enfermedades relacionadas con una nutrición deficiente, siendo muy preocupante las cifras en las áreas rurales (48,4%) a comparación con las urbanas (36,7%). Para el año 2020, el 12,1% de la población menor de 5 años presentaron desnutrición crónica, Huancavelica y Loreto

mostrando las tasas más elevadas, entre 25,2% y 31,5%. En la región de Ayacucho, la desnutrición crónica en niños alcanzaba el 18,1% (EC. Redacción, 2021).

En Ayacucho, existen variedades de flora y fauna que aún no se ha aprovechado adecuadamente en la alimentación humana, entre las cuales destaca la pituca (*Colocasia esculenta*), un tubérculo originario de la selva de esta región y de otros bosques tropicales peruanos, así como de Centroamérica, Cuba y China. Este tubérculo es notable por su alto contenido en fibra, proteínas y carbohidratos, además de ser bajo en grasas. En países como Cuba, se utilizan ampliamente en la nutrición infantil debido a su elevado contenido proteico, convirtiéndolo en un alimento fundamental para el desarrollo de los niños (Díaz V., 2010).

Hoy en día, la industria de la pasta alimenticias es uno de los productos alimenticios muy demandados por ser un alimento de consumo masivo y de gran aceptación, por su ahorro de costes y facilidad de preparación. Así mismo se presentan en diversas formas (frescas y secas). Debido a la diversidad y flexibilidad de la presentación culinaria de nuestro país, la materia prima para su producción es la harina de trigo, la cual es importada a nuestro país a fin de satisfacer la demanda interna en la producción de alimentos procesados como panes, galletas y pastas alimenticias, por eso, ante dicho problema, buscamos nuevas materias primas no convencionales en nuestra región para su elaboración o industrialización, estamos desarrollando tecnologías y métodos para producir tal o cual tipo de pasta alimenticias aptas para el consumo humano (Yanqui Toapanta, 2013).

Aprovechando los avances tecnológicos en la agroindustria alimentaria, es posible sustituir la harina de trigo en la producción de pastas alimenticias utilizando recursos autóctonos de nuestra región, Ayacucho. En particular, podemos recurrir a los insumos de la selva alta del Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), donde se encuentran diversos recursos naturales alimenticios como la pituca, yuca, pan de árbol, plátano, palillo y maní. El objetivo es realizar investigaciones que permitan la elaboración de productos nutritivos,

libres de gluten y saludables, en beneficio de la población consumidora de estos alimentos tan populares.

1.2 Formulación del problema

Problema general

¿Podrá sustituirse la harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa L*) para elaborar pastas alimenticias nutritivas?

Problemas específicos

- ¿Cuáles son las proporciones adecuadas de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa L*) en la formulación de pastas alimenticias nutritivas?
- ¿Tendrán buena aceptación las pastas alimenticias nutritivas al sustituirlas la harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa L*)?
- ¿Qué características nutricionales y microbiológicas tendrán las pastas alimenticias nutritivas al sustituir la harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa L*)?

1.3 Objetivos

Objetivo general

Sustituir la harina de trigo con harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa L*) para elaborar pastas alimenticias nutritivas.

Objetivos específicos

- Formular pastas alimenticias nutritivas con harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa L*), sustituyendo la harina de trigo.

- Evaluar la aceptación sensorial de las pastas alimenticias nutritivas obtenidas a base de harinas de quinua (*Chenopodium quinua*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa* L).
- Efectuar el análisis químico proximal (aporte nutricional) y la condición microbiológica del tratamiento, pasta alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinua*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa* L), de mejor aceptación.

1.4 Justificación

Hoy en día, las nuevas tendencias alimentarias toman cada vez más fuerza y exigen el desarrollo de productos innovadores y saludables. Existe la tendencia a emplear productos naturales por lo que en el presente estudio desarrolló una pasta alimenticia nutritiva elaborado a partir del puré de pituca, harinas de quinua y cúrcuma; para una dieta saludable y natural (Flores et al., 2017).

En los últimos años, nuestro país ha visto con mayor interés y aceptación los alimentos con alto valor nutricional, debido a su gran aporte en nutrientes y diversas propiedades benéficas en la salud de los consumidores; como es la harina de quinua. Una alternativa para incluirla en la dieta de las personas es elaborar y preparar pastas alimenticias o fideos reemplazando completamente/parcialmente la harina de trigo por harinas provenientes de tubérculos, legumbres, granos andinos y entre otras (Canturín, 2018).

Por otro lado, la preocupación de la población es que se elaboren dichas pastas alimenticias con trigos que contengan altos residuos de agroquímicos, que al consumirlos generen muchas enfermedades con el transcurrir del tiempo, así mismo el cambio climático que estamos viviendo en la actualidad donde las proyecciones a futuro indican la escases de alimentos (escasez de trigo), entonces estos nuevos cultivos como la papa, pituca, cúrcuma, quinua, maíz, leguminosas, etc., serán las que suplan a los recursos tradicionales fortaleciendo la seguridad alimentaria (Céspedes, 2018).

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

En su investigación, Satán (2022) desarrolló pastas alimenticias, incorporando una proporción de harina de quinua. Se llevaron a cabo análisis fisicoquímicos y microbiológicos en cuatro tratamientos distintos, además de un tratamiento control. Los tratamientos variaron en la concentración de harina de quinua (niveles: 10%, 20%, 30% y 40%), mientras que el control consistió en 100% harina de trigo. Aplicaron pruebas estadísticas, incluyendo un análisis de varianza (ANOVA) y la separación de medias utilizando el test de Tukey al 5% de significancia. Para el análisis sensorial, realizó dos pruebas: un experimento descriptivo con panelistas parcialmente capacitados y un análisis de aceptabilidad sensorial-emocional con panelistas no capacitados. Asimismo, se efectuó un análisis de costo-beneficio considerando el tratamiento que mostró la mayor aceptabilidad. Al comparar los resultados con la NTE INEN 1375 para pastas, se observó que los análisis fisicoquímicos y microbiológicos cumplían con los parámetros exigidos. El tratamiento que obtuvo la puntuación más alta en las características evaluadas fue el que tuvo un 10% de harina de quinua, ya que se consideró comparable al tratamiento control y generó un beneficio económico de \$1,20.

López (2019), En su trabajo de investigación se propuso mejorar la composición proteica y enriquecer la pasta de sémola con vitamina B12, obteniendo un producto con propiedades organolépticas similares. El método utilizado fue descriptivo y transversal. El estudio fue de tres fases; En la primera fase examinaron la disponibilidad de productos similares en el mercado; segunda fase desarrolló sémola de trigo y pasta de quinua rica en vitamina B12 y en la tercera fase, se evaluó el consumo del producto mediante evaluación sensorial en 40 vegetarianos (jueces). Cuyo resultado fue que no existen en el mercado moderno cereales de trigo ni pasta de quinua ricos en vitamina B12. La pasta Quino & Co contiene un 8% de proteínas digeribles, un 37% de carbohidratos, un 1,5% de grasas y un 0,72 mcg% (30%

VD) de cobalamina. El 85% de los jueces encontraron agradable los atributos: aspecto, textura y sabor y declaró adquirir el producto e incorporarlo a su dieta habitual. Se constató que, a partir de los resultados obtenidos, es posible mejorar la composición proteica y enriquecer la pasta de sémola con vitamina B12.

Elizalde (2010) señaló que la pasta elaborada con sémola presenta un bajo valor biológico en términos de contenido proteico, debido a la limitada calidad de la proteína del trigo. En el presente estudio, se incorporaron harina de quinua y zanahoria a la sémola, lo que resultó en una mejora en la calidad proteica, ya que la quinua es rica en aminoácidos esenciales, mientras que la zanahoria aumentó el contenido de fibra soluble y vitamina A. La investigación se llevó a cabo en dos fases: en la primera, se preparó y analizó pasta enriquecida con harina integral de quinua en proporciones del 30%, 40% y 50%; en la segunda fase, se sustituyó el 15% de la fase líquida de la mezcla por zanahorias, que en esta etapa ofrecieron una mejor calidad. Se evaluaron la calidad de procesamiento, la composición química y las propiedades sensoriales de la pasta en ambas etapas. La sustitución del 30% de sémola por harina de quinua, junto con la incorporación de zanahoria, permitió obtener un producto con un mayor valor nutricional y una buena aceptación entre los consumidores. Se registraron incrementos significativos en el contenido de proteínas y fibra, mientras que se redujo el contenido de carbohidratos; de manera similar, la composición química de la pasta mejoró del 55,2% en la pasta de control al 72,4% en la pasta enriquecida con quinua. Aunque el punto de cocción de los fideos se mantuvo en el centro, las propiedades tecnológicas de la pasta continuaron dentro de los límites aceptables para su producción.

2.1.2 Antecedentes nacionales

En su estudio, Prado (2023) empleó entre un 74% y un 94% de harina de quinua (HQ) y entre un 5% y un 25% de harina de chía (HCh) para la elaboración de pasta sin gluten. Se llevaron a cabo once procedimientos mediante un diseño factorial completo, mientras que 22 procedimientos se desarrollaron utilizando un diseño de centro compuesto rotativo

(CRCD). Las propiedades fisicoquímicas del producto final, que incluyen humedad, acidez, contenido de proteína, fibra cruda y textura, fueron evaluadas a través de una escala hedónica de 9 puntos con la participación de 30 expertos. Los análisis, realizados mediante el método de respuesta superficial (MSR), revelaron que la humedad mostró una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$), con valores inferiores al 10% al emplear entre un 84% y un 91% de HQ y entre un 5% y un 8% de HCh. En cuanto a la acidez, no se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$), con valores que variaron entre 0,14% y 0,21%. Por otro lado, los niveles de proteína (12,25% a 14,25%), fibra cruda (11,5% a 12,5%) y dureza (0,0575 a 0,0675) mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la combinación de 84-91% de HQ y 5% de HCh. Los panelistas optimizaron el rendimiento sensorial, obteniendo valores promedio de color (7,09), aroma (7,47), sabor (7,42) y apariencia general (7,33) para la mezcla de 91% de HQ y 8% de HCh, situándose en la escala hedónica entre “me gusta un poco” y “me gusta moderadamente”. En cuanto a la textura, se obtuvo un valor de 6,81 con la misma proporción de ingredientes, lo que indica una aceptación entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”. En general, la evaluación sensorial de la pasta sin gluten mostró una aceptabilidad que se traduce en un “gusto moderado” en la escala hedónica de 9 puntos.

Agama y Asencio (2023) llevaron a cabo una investigación cuyo propósito fue desarrollar y evaluar pastas elaboradas con harina y pituca, enriquecidas con extracto de remolacha. Para ello, emplearon métodos cuantitativos, ya que la información se recopiló en un entorno de laboratorio y se analizó mediante herramientas estadísticas para comprobar las hipótesis planteadas. El estudio fue de naturaleza experimental y la muestra consistió en 10 kg de harina, 10 kg de pituca (MP) y 5 kg de remolacha, con el fin de identificar los procesos de elaboración más adecuados. Los resultados revelaron que la combinación óptima para obtener un producto aceptable incluía un 44,18% de harina de trigo, un 24,91% de polvo de pituca y un 24,91% de extracto de remolacha. Las pruebas fisicoquímicas realizadas indicaron que el contenido total de cenizas fue de 2,1 g, el total de grasa fue de 1,4 g, la

humedad alcanzó el 11,1%, la proteína total fue de 12,3 g, y los carbohidratos representaron el 73,1%. Además, la energía total fue de 354,2 kcal, con un 82,5% de las calorías provenientes de carbohidratos, un 3,6% de grasas y un 13,9% de proteínas. En el análisis microbiológico, no se detectaron mohos ni coliformes. La aceptabilidad sensorial de la pasta cocida se evaluó a través de 11 tratamientos diferentes, y al aplicar la comparación de pares de Tukey, se determinó que el tratamiento 1, C23, fue el más aceptado sensorialmente, con una puntuación promedio de 5,84.

Crisostomo (2023) señaló, que la pasta es un alimento de consumo global, ampliamente aceptado por los consumidores gracias a su disponibilidad, precio accesible, facilidad de preparación y versatilidad en la cocina, así como su facilidad de comercialización y almacenamiento. En la producción industrial, se utilizan harina de trigo y agua. La incorporación de puré de papa local Puca Soncco (*Solanum tuberosum*) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) en lugar de sémola de trigo fomenta la creación de productos innovadores que mejoran el valor nutricional. El propósito del estudio fue evaluar la percepción sensorial (medida a través de una escala de placer), el valor nutricional y la calidad microbiológica de la pasta fettuccine; utilizando formulaciones que combinaban puré de papa y harina de quinua en proporciones de 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 y 40:60. La aceptabilidad se determinó mediante una escala hedónica, donde la formulación de mejor aceptabilidad fue la que contuvo 60% de puré de papa y 40% de harina de quinua, siendo el sabor el factor clave en la aceptabilidad general. Además, los puntajes de calidad estaban correlacionados con las respuestas sensoriales. El fettuccine producida cumplió con lo establecido en la NTP 206.010.1981 y NTP N° 206.010:2016, presentando un valor nutricional (100 g.) de 376,59 Kcal; 8,3% de humedad, 13,5% de proteínas, 4,3% de lípidos, 70,77% de carbohidratos, 2,96% de cenizas, 0,35% de ácido cítrico, 37,9 mg de hierro y 32,37 mg de vitamina C. En cuanto a su calidad microbiológica, cumple con los requisitos establecidos en la RM N° 591-2008-MINSA, indicando ser apta para el consumo humano.

Jaquehua y Tarifa (2021) llevaron a cabo una investigación cuyo objetivo fue desarrollar una pasta enriquecida con zapallo (*Cucúrbita maxima*) y cochayuyo (*Porphyra columbina*) para complementar la harina de trigo duro y mejorar el valor nutricional del producto. En la actualidad, nos centramos en la producción de alimentos naturales que ofrezcan beneficios nutricionales y en la salud, priorizando el uso de materias primas locales que no hayan sido sometidas a procesos industriales. Para la elaboración de harina de zapallo (HZ), se seleccionaron las variedades macre y crespo, basándose en sus propiedades y composición mineral, como el contenido de hierro y calcio. La variedad Crespo fue elegida por su elevado contenido de cenizas (0,74%), proteínas (1,21%), hierro (0,68 mg/100 g) y calcio (31,44 mg/100 g). El proceso de secado del zapallo consistió en cortar la masa en trozos de 0,2 cm de grosor, que luego se colocaron en una bandeja de secado con aire forzado a una temperatura de 60°C durante 4 horas, con una velocidad de secado de 4 m/s, logrando una celulosa deshidratada con un contenido de humedad del 9,86%. Posteriormente, se molió en una licuadora industrial hasta obtener un tamaño de partícula inferior a 180 µm, resultando un polvo de zapallo con un contenido de humedad final del 11,32%. Para la obtención de cochayuyo en polvo (HC), se secó a 50°C durante 2 horas, también con una velocidad de secado de 4 m/s, obteniendo cochayuyo deshidratado con un contenido de humedad de 5,26%. Luego, se molió en un molino de granos para alcanzar un tamaño de partícula inferior a 180 micras, resultando en harina con un contenido de humedad final del 5,42%. Se propusieron tres recetas para la elaboración de la pasta, en las que se sustituía parcialmente la harina de trigo duro por harina de zapallo y harina de cochayuyo: F1 (25% de harina de zapallo y 2,5% de HC), F2 (20% de harina de zapallo y 5% de HC) y F3 (10% de HZ y 10% de HC). Para determinar la mejor composición, se realizó una evaluación sensorial que incluyó tanto análisis objetivos como subjetivos del producto, utilizando una escala hedónica estructurada de 9 puntos. El propósito del análisis sensorial fue convertir las respuestas de los evaluadores en datos objetivos que pudieran ser analizados estadísticamente, resultando en la muestra F1 con la mejor percepción

sensorial. Finalmente, se llevaron a cabo diversos análisis en la muestra F1, incluyendo análisis proximales (humedad, cenizas, grasas, proteínas, fibra, carbohidratos y energía), así como la evaluación de minerales y metales. También se realizó un análisis microbiológico, encontrando que los niveles de moho, *Staphylococcus aureus*, coliformes y la ausencia de *Salmonella* spp. estaban dentro de los límites aceptables.

Tafur (2019) llevó a cabo un estudio con el objetivo de determinar la tasa de sustitución de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) en la elaboración de pasta tipo macarrones, analizando sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Para ello, realizó un experimento en el que se evaluaron diferentes niveles de sustitución (5, 10, 15, 20, 25 y 30%), además de un control con pastas comerciales. Los datos fisicoquímicos se analizaron utilizando un enfoque paramétrico, específicamente a través de un análisis de varianza en un diseño completamente al azar, complementado con la prueba de Tukey. En cuanto a la evaluación sensorial, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman, utilizando el software Statistix 8. Se trabajó con polvo de arracacha preparado y se siguieron procesos tecnológicos estándar para la elaboración de la pasta. Los resultados indicaron que sustituir el 15% de la harina de trigo por arracacha mejoró tanto las propiedades fisicoquímicas como las sensoriales de la pasta, obteniendo calificaciones que variaron desde "me gusta moderadamente" hasta "me gusta mucho", con un promedio de aceptación del 75,15%. En términos de composición, la pasta resultante presentó un contenido de carbohidratos del 75,15%, 6,7% de proteínas, 0,53% de lípidos, 2,25% de fibra, un pH de 4,83, 13,40% de humedad y 1,96% de cenizas.

2.2 La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

2.2.1 Generalidades

Durante más de 7.000 años, las culturas preincas e inca cultivaron quinua en todos los Andes, especialmente en Perú y Bolivia. Históricamente, la quinua se cultivó desde el norte de Colombia hasta el sur de Chile, desde el nivel del mar hasta altitudes de 4.000 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, la producción mayor se da en zonas entre 2.500 y

3.800 metros sobre el nivel del mar, donde las precipitaciones anuales oscilan entre 250 y 500 mm y las temperaturas oscilan entre 5 y 14 °C (Mujica et al., 2006).

El recurso mencionado, es una planta que crece a gran altura y es resistente a las heladas y otros cambios climáticos severos. Por su composición química, esta materia prima tiene diferentes épocas de crecimiento y dura más de 150 días. Son productos alimenticios con características que contribuyen al procesamiento y producción de productos agrícolas y alimenticios, creando condiciones favorables para su uso directo mediante el desarrollo mediante i+D+I (Mujica et al., 2006).

En la región de Ayacucho se cultiva la quinua, una planta dicotiledónea que alcanza de 1 a 3 metros de altura. Se compone de muchos folíolos y hojas. El árbol tiene hojas anchas de diversas formas, tallos lobulados y hojas delgadas, pudiendo tener ramas. Las flores del árbol son pequeñas, sin pétalos. El tamaño de los frutos secos es de unos 2 mm. Los granos andinos se consideran esenciales por su alto valor nutricional (Tapia, 1979).

La quinua se considera un cultivo clave en la batalla contra el hambre a nivel global, gracias a su elevado valor nutricional y su notable capacidad para adaptarse a diversas condiciones agroecológicas. Este grano presenta plasticidad genética, lo que le permite tolerar suelos salinos, resistir temperaturas extremas y sobrevivir con escasos niveles de agua (IICA, 2015).

2.2.2 Taxonómica

Fue descrito por primera vez por el científico Alemán Luis Willdnor (León, 2003).

Reyno	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Clase	: Dicotiledóneas
Subclase	: Angiospermas
Orden	: Centroespermales
Familia	: Chenopodiaceae

Género : *Chenopodium*
Sección : *Chenopodia*
Subsección : *Cellulata*
Especie : *Chenopodium quinoa* Willd

2.2.3 Variedad y diversidad genética

Mujica et al. (2006) destacan que la quinua posee una notable diversidad genética, lo que se traduce en variaciones en el color de las plantas, flores y semillas, así como en el tipo de inflorescencia y en el contenido de proteínas, betacianina y saponina en las hojas. Además, esta diversidad contribuye a la resistencia de la quinua frente a condiciones adversas como heladas, sequías, salinidad y acidez del suelo. En Perú, se cultivan diversas variedades de quinua, entre las cuales se encuentran: Amarilla Maranganí, Kancolla, Blanca de Junín, Cheweca, Witulla, Salcedo-INIA, Iplla-INIA, Quillahuaman-INIA, Camacani I, Camacani II, Huariponcho, Chullpi, Roja de Coporaque, Ayacuchana-INIA, Huancayo, Hualhuas, Mantaro, Huacatas, Huacarís, Rosada de Yanamango, Namora, Tahuaco, Yocara, Wilakayuni, Pacus, Rosada de Junín, Blanca de Junín, Acostambo y Blanca Ayacuchana.

2.2.4 Propiedades funcionales

Se ha identificado que la quinua contiene compuestos como polifenoles, fitoesteroles y flavonoides, los cuales pueden ofrecer isoflavonas y lípidos de alta calidad con beneficios nutricionales. Gracias a esta combinación de elementos, es posible extraer saponinas de las capas de las semillas, las cuales anteriormente presentaban efectos nutricionales adversos, para ser utilizadas en aplicaciones industriales y biomédicas. Además, la quinua posee diversas propiedades funcionales (tecnológicas), tales como solubilidad, emulsificación, espumación, gelificación y capacidad de retención de agua, lo que facilita su amplio uso (Atef A et al., 2014). Las propiedades fisicoquímicas del almidón de quinua, como la

viscosidad, gelificación y estabilidad, le otorgan nuevas funcionalidades y aplicaciones (Atef A et al., 2014).

2.2.5 Composición química y valor nutricional de la quinua

La quinua se destaca como una fuente natural de proteína vegetal de alto valor nutricional, ya que contiene una gran cantidad de aminoácidos esenciales, lo que le confiere un valor biológico superior al de otros alimentos como la leche y los huevos. Además, es una excelente fuente de carbohidratos, con casi el doble de proteínas en comparación con otros cereales, como el arroz y el trigo. También aporta minerales esenciales como hierro, potasio, magnesio y zinc, así como vitaminas del grupo B (Raygada, 2001, citado por Condori, 2022).

La quinua, que no contiene gluten, es el único alimento de origen vegetal que incluye todos los aminoácidos, oligoelementos y vitaminas esenciales. A diferencia de otros cereales, que suelen tener estos nutrientes en la cáscara, en la quinua, los aminoácidos esenciales se encuentran en la semilla del grano (FAO, 2011).

En comparación con otros alimentos como el arroz, el trigo, el maíz y la soja, la quinua ofrece más de los diez aminoácidos esenciales necesarios para el desarrollo de las células cerebrales, que son fundamentales para la memoria, el pensamiento y el crecimiento físico (Ugarte, 2001).

Tabla 1*Composición química de la quinua (100 g alimento)*

Componente	Unidades	Contenido
Energía	Kcal	351 kcal
Humedad	%	11,5
Proteínas	%	13,6
Grasa	%	5,8
Carbohidratos	%	66,6
Fibra dietaria	%	5,9
Cenizas	%	2,5
Calcio (mg)	mg	56
Fósforo (mg)	mg	242
Hierro (mg)	mg	7,5
Potasio (mg)	mg	776

Fuente: Reyes et al., (2017).

La quinua se distingue de otros alimentos por su alto contenido en proteínas de calidad, minerales, fibra y grasas poliinsaturadas. Además, es una valiosa fuente de nutrientes, lo que la convierte en un componente esencial de una dieta equilibrada, que debe incluir una variedad de otros alimentos para asegurar una óptima nutrición general en el consumidor (FAO, 2013).

2.2.6 Harina de quinua

La harina de quinua se obtiene mediante el proceso de molienda de quinua desamargada, utilizando presión y fricción. El grosor de la harina resultante varía según los tipos de tamices o mallas empleadas en la molienda. Tras el tamizado, se logra una textura fina que permite obtener una materia prima de alta calidad, adecuada para la elaboración de diversos productos como galletas, fideos y pan (Mujica y Jacobsen, 2006). Estas harinas son ricas en minerales, aportando 61 mg de fósforo, 181 mg de calcio y 3,70 mg de hierro por cada 100 g (Reyes et al., 2009).

Con un perfil nutricional sobresaliente, la harina de quinua es rica en carbohidratos y proteínas vegetales, y presenta un equilibrio óptimo de aminoácidos esenciales y fibra. Se considera uno de los granos más completos en términos de aminoácidos disponibles, ya que incluye como la lisina y la luteína, fundamentales para la salud humana (Murphy y Matanguihan, 2015).

2.2.7 Usos de la quinua

La quinua se emplea en la alimentación humana, incluyendo sopas, lawas, guisos, pesque, quispíña, api, chicha blanca, chaulafan de quinua en Ecuador, humita dulce de quinua en Bolivia, galletas, panes, pastas alimenticias, tortillas y postres, así como platos tradicionales de los países andinos (Mujica et al., 2006)

La quinua tiene el potencial de transformarse en productos de alto valor agregado gracias a su excelente perfil nutricional y sus posibles aplicaciones en la agroindustria. Esto no solo mejorará su presentación y facilitará su preparación, sino que también permitirá maximizar la absorción de sus nutrientes (i+D+I). Sin embargo, muchos de los productos derivados de este grano andino son poco conocidos y no muy populares. Entre ellos se incluyen harinas, bebidas proteicas (como leches), granolas, extruidos, colorantes y saponinas naturales, concentrados de proteínas, granos perlados tanto crudos como precocidos, germinados, néctares, pastas, dulces, toffees, golosinas, mermeladas, entre otros (Egas et al., 2010).

2.3 Pituca (*Colocasia esculenta*)

2.3.1 Generalidades

En la selva alta de Ayacucho en los valles de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro VRAEM, a esta raíz se le llama pituca o papa china. Es una planta tropical perenne que se utiliza principalmente como tubérculo comestible, pero también se utiliza como verdura. Las flores no se aprovechan, se producen casi todo el año, su altura varía de 1 a 2,5 metros, tienen tallos entre 15 a 18 cm de diámetro con cicatrices laminares, los frutos se llaman cormos y

aparecen en la parte inferior del tallo de la planta (figura 1). Tienen hojas con pecíolos entre 2,1 metros de largo (Morales, 2012).

Figura 1

Planta de pituca de la variedad blanca en su estado natural



Nota: Pituca en el campo. Elaboración Propia.

Según los testimonios de los habitantes del Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro, la pituca es considerada maleza cuando limpian sus terrenos de cultivo, ya que crece de manera natural gracias a las lluvias típicas del trópico húmedo (figura 2) en la selva alta (Morales, 2012).

Esta planta tropical requiere de abundantes precipitaciones en altitudes que oscilan entre 1800 y 2500 metros sobre el nivel del mar (ceja de selva), además de temperaturas que varían entre 25°C y 35 °C y una adecuada exposición a la luz. Existen variedades de pituca que prosperan en suelos irrigados, así como otras que se desarrollan en condiciones de encharcamiento. Este cultivo se puede llevar a cabo tanto en altitudes bajas como altas, alcanzando su madurez en aproximadamente siete meses, y es viable durante todo el año en la mayoría de las zonas con suficiente disponibilidad de agua (Morín, 1983, citado por Morales, 2012).

Figura 2

Cormos de pituca variedad blanca



Nota: Cormos recién extraídas de la variedad blanca. Elaboración Propia.

2.3.2 Origen y distribución

Se piensa que la pituca tiene su origen en la región indo-malaya y que se dispersó hacia el este de Asia, África y las islas del Pacífico, desde donde podría haber llegado a América. En Perú, este cormo es conocido como pituca o papa china, aunque su nombre varía según la región: se le llama "aratríma" en Huánuco, "taro" en Moyobamba, "michutsi" en la selva alta y "witina" en la baja Amazonía ([MIDAGRI], 2023).

2.3.3 Clasificación taxonómica

Según Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2023), lo clasifican como:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Alismatales
Familia	: Araceae
Género	: Colocasia
Especie	: Colocasia esculenta (L.) Schott

Nombre común : Uncucha, pituca (Perú); malanga amarilla o taro (Ecuador); yautía, tania (Puerto Rico); macal (México); malanga, sango (Ecuador); quiscamote (Honduras); tiquisque (Costa Rica); otó (Panamá); okumo (Venezuela); mangarita, mangareto (Brasil); gualuza (Bolivia); malangay, papa china (Colombia) y taro (Trinidad y Tobago).

2.3.4 Variedades de pituca

En nuestro país se pueden encontrar dos subespecies: la blanca, que se caracteriza por su mayor tamaño, y la morada, la cual, según los habitantes de nuestras zonas de trópico húmedo, no es muy apreciada. La variación en el color se debe a que ambas subespecies presentan ramificaciones moradas en los cormos; no obstante, se considera que la subespecie morada tiene una mayor cantidad de estas ramificaciones (Morales, 2012)

Tres variedades de *Colocasia esculenta* se han identificado en nuestro medio. La variedad negra se llama cuando la base del limbo es rosada, la variedad blanca es amarillenta clara y la variedad japonesa, se distingue por tener un cormo de color azul morado pigmentado. (Pérez y Montenegro, 2016).

2.3.5 Composición química de la pituca

En comparación con la yuca, las papas y los cereales, la pituca destaca por su elevado valor nutricional (tablas 2 y 3), ya que posee un alto contenido de carbohidratos y otros nutrientes, a pesar de tener niveles bajos de proteínas y grasas (Sánchez y Alvarado, 2015).

Tabla 2*Composición química de los cormos de la pituca (100 g)*

Componentes	% Base Húmeda	% Base Seca
Humedad	74,3%	-----
Proteínas	1,5	5,8
Grasa	0,6	2,3
Fibra	0,9	3,5
Ceniza	1,2	4,7
Carbohidratos	21,5	83,7
Almidón (g/100g)	-----	13,8
Ácido oxálico (g/100g)	-----	15,6

Fuente: Angamarca (2013).

Tabla 3*Composición de los hidratos de pituca (100 g)*

Componentes	% Base Seca
Almidón	77,0
Pentosanas	2,6
Proteína cruda	1,4
Dextrina	0,5
Azúcares reductores	0,1

Fuente: Angamarca (2013).

2.3.6 Valor nutricional

La pituca, es un tubérculo que destaca por su riqueza en minerales y carbohidratos saludables. Además, el tallo de la planta es una fuente natural de nutrientes como tiamina, riboflavina, hierro, fósforo y zinc (tablas 4 y 5). También proporciona vitamina B6, vitamina C, niacina, potasio, cobre y magnesio. Los cormos, que son los tallos bulbosos subterráneos, son especialmente ricos en fibra y almidón (Sánchez y Alvarado, 2015).

Según Angamarca (2013), la pituca contiene altos niveles de hierro, tiamina, riboflavina y vitamina C, así como una cantidad significativa de calcio y fósforo. Con un contenido proteico del 1,7 al 2,5% en su forma húmeda, se considera un alimento de gran calidad. La

tabla a continuación presenta comparaciones entre los distintos componentes del cormo de la pituca y otros tubérculos comunes.

Tabla 4

Comparación del valor nutricional de la pituca y otros recursos alimenticios (100 g)

Descripción	Kcal	Proteínas	Calcio
Pituca	8,5	2,5	19,1
Camote	103	1,0	14,0
Papa	76	1,6	17,5
Yuca	121	1,0	28,2
Fuente: Angamarca, (2013)			

Tabla 5

Composición química de la pituca, para 100g de producto en base húmeda

Composición	Pituca blanca	Pituca morada
Calorías (cal)	98	92
Humedad (%)	66	68
Proteínas (g)	0,91	0,95
Grasas (g)	0,15	0,13
Carbohidratos (g)	29	31
Fibra (g)	0,3	0,35
Calcio (mg)	27	28,6
Fosforo (mg)	1,6	1,56
Cenizas (mg)	1,2	1,3
Riboflavina (mg)	0,03	0,04
Niacina (mg)	5,2	5,6
Ácido ascórbico (mg)	18	16
Fuente: Morales (2012).		

2.3.7 Usos de la pituca

Según Angamarca (2013), la *Colocasia esculenta* es un alimento fundamental en los países en desarrollo africanos, las Indias Orientales, Asia y el Pacífico. En muchas de estas regiones, los cormos y cormelos cocidos siendo la principal fuente de carbohidratos en la

dieta, a menudo reemplazando a otros tubérculos como las patatas, la yuca y el camote; siendo consumidos como encurtidos debido a su alto valor nutritivo.

Por su parte, Pérez y Montenegro (2016), destacan que esta materia prima agrícola puede ser procesada mediante técnicas sencillas para obtener almidón de pituca, que se utiliza como base para la producción de diversos alimentos. Gracias a su contenido de almidón, que supera el 80%, la pituca se presenta como un sustituto viable en la industria alimentaria para ingredientes comunes como el maíz, las batatas y las patatas.

De Los Ángeles (2016), detalla las diversas formas de preparar la *Colocasia esculenta* utilizando los cormos, que incluyen pasta seca o fermentada, harinas, espaguetis, polvo para bebidas y hojuelas. Además, los peciolos y las hojas jóvenes de la pituca son utilizados en platos con carne y pescado, y también son consumidos por animales. En algunas regiones, los cerdos se alimentan de tallos, hojas y cormos hervidos, mientras que la harina de pituca se utiliza para alimentar a ovinos y otros animales menores.

2.3.8 Beneficios de la pituca en la alimentación

En muchos lugares de nuestro país, la pituca, es considerada un plato mágico y poco conocido. Es una excelente fuente de energía para los deportistas y trabajadores físicos, pero también es esencial como alimento para los niños, especialmente los bebés en la etapa de formación de huesos y dientes (CIPAL, 2014 citado por Huamaní, 2018).

Según Morales (2012), la pituca es rica en minerales como el calcio y el fósforo, así como en vitaminas A y B. Además, se destaca por tener un contenido nutricional superior al de la yuca y el camote.

2.4 Cúrcuma (*Cúrcuma longa* L)

2.4.1 Generalidades

En Perú, comúnmente conocida como "palillo", se cultiva principalmente en la región de la selva, abarcando áreas como Huánuco, San Martín, Junín, Ayacucho (VRAEM) y Cusco. En años recientes, la demanda nacional de este tubérculo (figura 3), que se desarrolla en la

selva alta de los Valles de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro, ha crecido debido a su pigmento alimentario amarillo anaranjado, conocido como curcumina (Cosquillo et al., 2018).

La cúrcuma posee una larga tradición de uso en India y el Sudeste Asiático, donde se utiliza no solo para realzar el sabor de los alimentos, sino también para teñir telas de un color amarillo anaranjado y para tratar diversas afecciones. Esta planta presenta tallos que pueden alcanzar hasta un metro de altura y produce flores blancas. El rizoma, que contiene los pigmentos curcuminoides, mide aproximadamente 7 cm de largo y 2,5 cm de ancho, y su ciclo de maduración oscila entre ocho y diez meses (González et al., 2015).

Figura 3

Cúrcuma o palillo en estado fresco



Nota: Raíz de palillo recién extraída. Elaboración Propia.

La cúrcuma se utiliza en la medicina tradicional ayurvédica e hindú para tratar dolencias digestivas, fiebre, infecciones, disentería, artritis y problemas hepáticos. Los médicos chinos recomiendan la cúrcuma para hemorragias, problemas hepáticos, problemas de menstruación y congestión nasal. Los antiguos griegos también utilizaban la cúrcuma por sus propiedades para la salud. (González et al., 2015)

2.4.2 Clasificación taxonómica

Según (Fuloria et al., 2022), taxonómicamente lo clasifica como:

Reino : Plantae

División : Magnoliophyta

Clase : Liliopsida

Subclase : Zingiberidae

Orden : Zingiberales

Familia : Zingiberaceae

Género : Cúrcuma

Especie : longa

Nombre científico : *Cúrcuma longa* L.

Nombre común : Azafrán. Cimarrón, yuquilla (Cuba); turmérico, jengibrillo (Puerto Rico); jengibre dulce, camotillo, yuquilla (Panamá); azafrán de la India, jengibre amárelo (portugués), palillo cholón, palillo chuncho, guisador, palillo (Perú).

2.4.3 Valor nutricional

De acuerdo con el Centro de Información Alimentaria y Nutricional (Base de datos nacional de nutrientes de referencia estándar [USDA], 2017), la cúrcuma es una planta que presenta un bajo contenido en calorías y grasas, y está compuesta principalmente por carbohidratos, además de ser rica en minerales. La tabla 6 proporciona una descripción detallada de la composición química y nutricional del rizoma de cúrcuma en porciones de 3 gramos y 100 gramos.

Tabla 6

Valor nutricional de la Cúrcuma longa L.

Nutriente	Cantidad cada 100g	Cantidad cada 3g
Agua (g)	12,85	0,39
Energía (kcal)	312	9
Carbohidratos (g)	67,14	2,01
Azúcares totales (g)	3,21	0,10
Proteínas (g)	9,68	0,29
Lípidos totales (g)	3,25	0,10
Ácidos grasos saturados (g)	1,838	0,055
Ácidos grasos monoinsaturados (g)	0,449	0,013

Ácidos grasos poliinsaturados (g)	0,756	0,023
Ácidos grasos trans (g)	0,056	0,002
Fibra dietética total (g)	22,7	0,7
Calcio (mg)	168	5
Hierro (mg)	55,00	1,65
Magnesio (mg)	208	6
Fosforo (mg)	299	9
Potasio (mg)	2080	62
Sodio (mg)	27	1
Zinc (mg)	4,50	0,14
Vitamina C (mg)	0,7	0
Tiamina (mg)	0,058	0,002
Riboflavina (mg)	0,150	0,004
Niacina (mg)	1,350	0,041
Vitamina B6 (mg)	0,107	0,003
Folato (ug)	20	1
Vitamina B12 (ug)	0	0
Vitamina A (UI)	0	0
Vitamina D (mg)	4,43	0,13
Vitamina E (UI)	0	0
Vitamina K (ug)	13,4	0,4

Fuente: (National Nutrient Database for Standard Reference [USDA], 2019)

2.4.4 Propiedades funcionales de la cúrcuma

La cúrcuma, es una de las numerosas especias que poseen propiedades funcionales, destacándose por sus efectos antiinflamatorios y anticancerígenos. Incorporarla en tu alimentación puede ofrecer diversas ventajas para la salud. Sus propiedades antioxidantes son efectivas para salvaguardar las células del daño ocasionado por los radicales libres en el interior de las células (Thakur et al., 2019).

Además, la cúrcuma es rica en antioxidantes, siendo la curcumina su componente principal (Liu et al., 2018).

2.4.5 Usos en la formulación de alimentos

La cúrcuma se emplea en la industria alimentaria principalmente como colorante, antioxidante e ingrediente funcional (Serpa et al., 2019). Como colorante, se incorpora en productos como galletas, salsas y gelatinas (Martins et al., 2016). Sin embargo, en ciertos alimentos como bebidas, postres y helados, la inclusión de cúrcuma puede generar sabores y aromas no deseados, lo que lleva a sustituirla por curcumina (Aranda et al., 2020). Además de su función como colorante, la curcumina se utiliza como ingrediente funcional, atrayendo a consumidores interesados en productos saludables y beneficiosos para su bienestar (Rafiee et al., 2019).

En el ámbito alimentario, la cúrcuma es conocida como E-100, y su resina se usa como aromatizante y colorante. La curcumina, un compuesto fenólico, proporciona sabor y color a una variedad de productos, incluyendo mantequilla, queso, alimentos enlatados, mostaza, palomitas de maíz de colores, cereales, sopas, caldos, carnes y productos lácteos (Benavides et al., 2010). Según Esparza (2021), en Chile se comercializan productos alimenticios que contienen cúrcuma o curcumina. Un ejemplo es la mostaza de la marca Great Value, que incluye cúrcuma como especia junto con pimentón. Además, Maggi produce puré de patatas que incorpora cúrcuma. Este ingrediente se utiliza principalmente en platos salados, como la ensalada de atún con quinoa, así como en preparaciones dulces. Entre los productos dulces que contienen curcumina se encuentran el flan de vainilla y el yogur Chamyto de Nestlé, lo que indica que tanto el achiote como la curcumina funcionan como colorantes naturales.

2.5 Pastas alimenticias

Según el Instituto Nacional de la Calidad (2016), declara que la pasta es un producto que se obtiene secando adecuadamente masas sin levadura procedentes de derivados del trigo y otras harinas.

La pasta ofrece múltiples beneficios, entre los cuales se destacan su idoneidad para los deportistas y su contenido de carbohidratos que proporcionan energía de manera lenta y sostenida. Asimismo, la fibra presente en la pasta contribuye a regular el tránsito intestinal y a prevenir el estreñimiento. Otro aspecto positivo es que la pasta ralentiza y facilita la digestión, lo que puede ser útil para quienes buscan perder peso (Escalante, 2019).

2.5.1 Orígenes de la pasta

Se considera que la pasta, si era desconocida para las civilizaciones griega y romana, debió tener su origen en otra cultura. Marco Polo afirmó que su procedencia era China (Serventi y Sabban, 2004). Sin embargo, algunos expertos sugieren que sus raíces podrían estar en el Medio Oriente, donde los árabes habrían desarrollado este alimento como una opción que pudiera conservarse durante las épocas nómadas. Los antiguos romanos y etruscos ya conocían un producto similar a la lasaña (Agnesi, 1996).

Las primeras menciones documentadas de la pasta en Italia datan de los siglos XIII y XIV, cuando se registraba que formaba parte de la dieta mediterránea. Aunque es complicado determinar si los fideos fueron inventados por chinos o árabes, se reconoce que ambos jugaron un papel en la evolución de diversos tipos de fideos. Algunos autores y productores de pasta sostienen que Italia es la cuna de la pasta moderna. Los utensilios hallados en las tumbas etruscas sugieren que estos antiguos gourmets consumían un tipo específico de pasta. La literatura clásica también ofrece referencias: en el siglo I a.C., Varrón menciona un producto que podría haber sido un precursor del gnocchi, mientras que Apicio describe lo que hoy conocemos como lasaña. Sin embargo, en estas obras no se hace mención de alimentos similares a los espaguetis o macarrones (Agnesi, 1996).

Según algunos especialistas, la primera referencia oficial a la pasta se encuentra en un documento médico de 1244, que supuestamente alude a la producción de pasta seca en Liguria. Se sabe que, durante los siglos XVI y XVII, la producción de pasta aumentó considerablemente en ciudades como Génova, Savona, Nápoles, Palermo y Roma, donde

se elaboraban macarrones y fideos. En ese tiempo, los fabricantes de pasta en Italia formaron asociaciones con el fin de establecer estándares para la comercialización y la preparación, incluyendo la norma de que solo se utilizara trigo duro de alta calidad para su elaboración (Agnesi, 1996).

2.5.2 Ingredientes básicos para la elaboración de pasta alimenticia

En la actualidad, los consumidores de pasta tienen altas expectativas en cuanto a la calidad y son selectivos respecto a las diferentes variedades disponibles. Para asegurar una calidad uniforme, los productores de pasta deben emplear ingredientes que cumplan con características específicas. Sin embargo, no hay criterios estandarizados para evaluar la calidad de la pasta ni un acuerdo general sobre los métodos para establecer los parámetros aceptables. Cada uno de estos parámetros debe ser evaluado en conjunto, como parte del "perfil de calidad" de la sémola (Sissons, 2004, citado por Mora, 2012).

- A. Harina:** De acuerdo con la norma técnica peruana NTP 206.010.2016 (INACAL, 2016), la harina de trigo es un producto destinado al consumo humano, obtenido a través de la molienda gradual de granos enteros de las especies *Triticum aestivum* o *Triticum durum*. Durante este proceso, se eliminan el salvado y el germen, quedando principalmente el endospermo, que puede ser extraído en diferentes grados. Según las regulaciones actuales, esta harina debe estar enriquecida con oligoelementos y puede incluir aditivos en forma de polvo.
- B. Agua:** En lo que respecta al uso del agua, es fundamental que sea potable, incolora y libre de contaminantes químicos y microbiológicos. Se aconseja evitar el agua con alta mineralización. El agua contribuye a que la masa sea más flexible, permitiendo moldearla en formas como macarrones y tallarines (Peris, 2014).
- C. Sal:** La norma NTP 209.015:2006 establece que la sal es un producto que contiene principalmente cloruro de sodio, considerado el mejorador primario de la masa. En la industria alimentaria, se utiliza como aditivo, conservante y aromatizante para realzar el sabor de otros ingredientes.

D. Huevo: Los huevos pueden incorporarse de diversas maneras, ya sean en forma sólida, seca o líquida. El tipo más común es el líquido, que puede ser fresco o pasteurizado (Peris, 2014).

2.5.3 Procedimientos de elaboración de pastas alimenticias

Se emplean técnicas de humectación, mezclado o amasado, y extrusión para convertir la sémola en pasta con la textura deseada. Las pastas alimenticias crean una red de proteínas que atrapa los gránulos de almidón, formando una estructura que se configura en un monómero con escasas imperfecciones y fisuras (Kill y Turnbull, 2001).

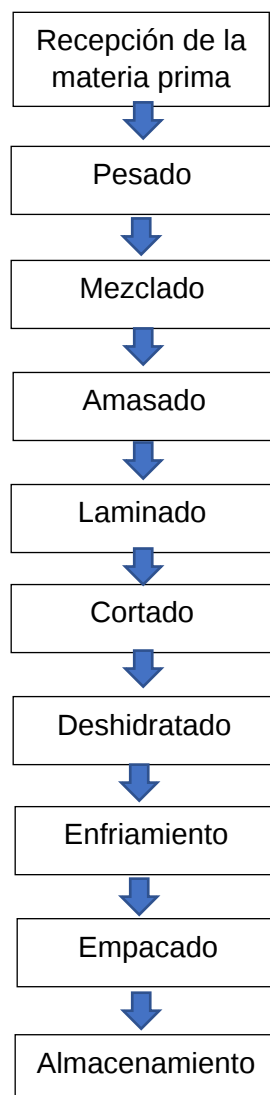
Según Agua (2020), la elaboración de pastas alimenticias o fideos (figura 4), de forma general, es de la siguiente forma:

- **Recepción de la materia prima:** Durante este tiempo, se revisan las materias primas para garantizar que no se hayan producido cambios físicos o microbiológicos en el producto.
- **Pesado:** Se pesa la harina de trigo y los insumos según los porcentajes indicados en la formulación.
- **Mezclado:** Mezclar la harina de trigo y la sal durante 3 minutos hasta obtener total homogeneidad, luego agregar los huevos.
- **Amasado:** Amasar por un periodo de 5 a 10 minutos hasta tener una masa elástica.
- **Laminado:** La masa se envuelve varias veces y se estira con los rodillos durante un periodo de 7 a 15 minutos.
- **Cortado:** Una vez que la masa haya alcanzado su punto óptimo, se espolvorea para ser cortada en tiras usando una máquina diseñada para hacer pasta tipo espagueti, y posteriormente se disponen en un recipiente de metal.
- **Deshidratado:** Las pastas frescas son colocadas en el deshidratador de bandejas durante 2 horas a una temperatura entre 35 °C y 40 °C.
- **Enfriamiento:** Se realiza en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente.

- **Empacado:** Ya secas y cortadas, los fideos son protegidos en plástico o celofán, asegurando una excelente frescura y condiciones higiénicas.
- **Almacenamiento:** Obtenidos los fideos en sus presentaciones para su transporte, son llevados a un sitio que sea fresco y con buena circulación de aire, a temperatura normal.

Figura 4

Diagrama de flujo de bloques general para la elaboración de pastas alimenticias



2.5.4 Valor nutricional de pasta alimenticias

La calidad de las harinas o sémolas, así como el grado de extracción, afectan tanto la composición como el valor nutricional de la pasta. Dependiendo de los ingredientes

utilizados en su elaboración, las pastas rellenas o compuestas pueden presentar diferencias significativas en su composición y perfil nutricional. Los carbohidratos, comúnmente conocidos como almidones, son los nutrientes más abundantes en la pasta. El gluten, que es la proteína principal, le confiere su característica elasticidad. Con un contenido de aproximadamente 12-13%, se considera que la pasta es una fuente aceptable de proteínas, aunque presenta una deficiencia en lisina. La pasta más consumida, que se elabora con sémola de trigo duro, agua y sal, tiene un valor energético cercano a las 350 kcal por cada 100 g. Además, la variedad de trigo, las condiciones de cultivo y el nivel de extracción afectan el contenido de nutrientes, que suele ser relativamente bajo (70%) en los productos destinados a la producción de pasta (Gil Hernández, 2010). En la tabla 7 se muestra los valores nutricionales de la pasta alimenticia comercial (por cada 100 gramos)

Tabla 7

Composición proximal de la pasta alimenticia (100 g)

Componentes	Cantidad
Calorías	375 kcal
Proteínas	12g
Grasa total	1,8g
Hidrato de carbono	75,8g
Fibra	4g
Calcio	25mg
Hierro	16mg
Magnesio	53mg
Zinc	1,5mg
Potasio	230mg
Fosforo	180mg

Fuente: Escalante (2019).

2.5.5 Clasificación de la pasta alimenticia

De acuerdo con la norma técnica peruana NTP 206.010.2016, las pastas se clasifican de la siguiente manera:

A. Por su Contenido de Humedad

- **Pasta o fideo seco:** La pasta o fideos secos deberán tener un nivel de humedad que no supere los 14 g por cada 100 g.
- **Pasta o fideo fresco:** La pastas o los fideos frescos tendrán un nivel de humedad que no supere los 35g por cada 100g.

B. Por el proceso de fabricación

- **Pasta o fideo tipo Nápoles:** Se trata de la masa o el fideo que se obtiene a través de un proceso de modelado utilizando boquillas de diversas formas.
- **Pasta o fideo tipo Bologna:** Se tratará de la pasta o el fideo que se obtiene a través de un procedimiento de laminación.

C. Por su composición

- **Pasta o fideo de trigo:** La pasta, también conocida como fideo, se elabora principalmente con harina de trigo y/o sémola de trigo.
- **Pasta o fideo compuesto:** Se trata de un tipo de pasta o fideo que incluye diferentes proporciones de legumbres, otros cereales o granos de los andes, así como gluten, huevos, productos lácteos, hortalizas, o cualquier otro componente nutritivo (como vitaminas o minerales que superen los requerimientos establecidos por la autoridad competente) o que tenga propiedades funcionales, con el objetivo de potenciar sus características dietéticas.

D. Por su forma

- **Pasta o fideo rosca o nido:** Se trata de fideos largos que se ofrecen enrollados en forma de madejas.
- **Pasta o fideo largo:** La pasta o fideos pueden ser de tipo Nápoles o Bologna, presentando una variedad en su tamaño y forma, ya sea con un hueco o sin él, con secciones que pueden ser redondas, ovaladas, rectangulares u otras. La característica principal que se debe considerar es su longitud.

- **Pasta o fideo cortado:** Se tratará de pasta o fideos de tipo Nápoles o Bologna, con tamaño y forma variables, careciendo de características definidas en cuanto a dimensiones. Estos serán más pequeños que los de mayor longitud.
- **Pasta o fideo pastina:** La pasta que se utilizará será del tipo Nápoles o Bologna, la cual se distingue por su apariencia delgada.

E. Por su presentación

- A granel y envasados.

2.5.6 Calidad de pastas alimenticias

De acuerdo con la normativa técnica peruana NTP 206.010.2016, los fideos o pastas destinados al consumo humano deben cumplir con las siguientes condiciones generales:

- La harina o sémola de trigo utilizada en la producción de pastas alimenticias debe cumplir con las normativas NTP 205.064 y NTP 205.032, en ese orden.
- Solo se permitirá la elaboración de productos que utilicen masa fresca y que no contengan residuos de procesos anteriores.
- Las pastas o fideos destinados al consumo humano deben estar completamente libres de cualquier tipo de suciedad, incluidas impurezas de origen animal, como insectos vivos o muertos, en todas sus etapas, para garantizar que no representen un riesgo para la salud.
- La comercialización de estos productos debe realizarse en sus envases originales y bajo condiciones higiénicas adecuadas. Los envases no deben presentar marcas de aceite, combustibles ni de ninguna otra sustancia química o material extraño.
- Los fideos o la pasta fresca deben conservarse en el refrigerador.
- Todos estos productos deben elaborarse exclusivamente con agua potable.
- Se permite el uso de aditivos, siempre que se respeten las dosis autorizadas por la entidad competente.

- El enriquecimiento de las pastas o fideos debe realizarse conforme a lo estipulado en la normativa vigente.
- Los fideos o tallarines al huevo deben contener un mínimo de tres huevos frescos o su equivalente en huevos secos por cada kilogramo de pasta seca (considerando 15 g de agua por cada 100 g). Si la cantidad es inferior, se clasificarán como espaguetis o fideos de huevo.
- Los fideos o pastas sin gluten deben elaborarse con harina de trigo, parcialmente sin gluten, y protegidos con harina sin gluten. No deben contener menos de 25 g de proteína por cada 100 g ni más de 50 g de suero (con un contenido de humedad de 15 g por cada 100 g).

2.6 Requisitos físico químicos para pasta alimenticia

De acuerdo con la norma técnica peruana NTP 206.010.2016, los espaguetis y otras pastas destinadas al consumo humano deben satisfacer los requisitos físicos y químicos especificados en la tabla 8, según su tipo.

Tabla 8

Requisitos físico químicos de la pasta alimenticia frescos y secos (100 g)

Requisitos	Tipo de fideo		Método de ensayo
	Seco	fresco	
Humedad (máx.) g/100g	14,0	35,0	NTP 206,011
Acidez titulable (máx.)	0,46	0,65	NTP 206,013

Nota: La acidez se expresa en porcentaje de ácido láctico a razón de 14 g/100 g de agua (35 g/100 g, en fideos frescos).

A efectos de determinación analítica se acepta la siguiente tolerancia:

Humedad = una unidad en más de la cifra indicada como máximo.

Acidez = 10 % por encima del máximo.

2.7 Requisitos microbiológicos para pasta alimenticia

De acuerdo con la norma técnica peruana NTP 206.010.2016 (INACAL, 2016), es necesario que se cumplan los parámetros biológicos establecidos en las tablas 09 y 10.

Tabla 9

Requisitos microbiológicos para pastas alimenticias frescas (NT 206.010.2016)

Microorganismo	c	n	m	M	Método de ensayo
Mohos (ufc/g)	2	5	10 ³	10 ⁴	ISO 21527-2 FDA/BAM Cap. 18 AOAC 997.02
<i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g)	1	5	10 ²	10 ³	ISO 6888-3 FDA/BAM Cap. 12 AOAC 975.55
<i>Bacillus cereus</i> (ufc/g) (*)	2	5	10 ³	10 ⁴	ISO 7932 FDA/BAM Cap. 14 AOC 980.31
Salmonella en 25g	0	5	ausente		ISO 6579/Cor 1/Amd 1 FDA/BAM Cap. 05 AOAC 978.24

(*) sólo para productos que contengan harinas de arroz y/o maíz

Donde:

n = Número de unidades de muestra seleccionadas al azar de un lote, que se analizan para satisfacer los requerimientos de un determinado plan de muestreo.

c = Número máximo de unidades de muestra que pueden contener un numero de macroorganismos comprendidos entre “m” y “M” en un plan de muestreo de tres clases. Cuando se detecte un número de unidades de muestreo mayor a “c” se rechaza el lote.

m = Limite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general un valor igual o menor a “m”, representa un producto aceptable y los valores superiores a “m” indican lotes aceptables o inaceptables.

M = Los valores de recuentos microbianos superiores a “M” son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

Tabla 10*Requisitos microbiológicos para pastas secas (NT 206.010.2016)*

Microorganismo	c	n	m	M	Método de ensayo
Mohos (ufc/g)	2	5	10 ²	10 ³	ISO 21527-2 FDA/BAM Cap. 18 AOAC 997.02
Coliformes (ufc/g)	2	5	10	10 ²	ISO 4832 FDA/BAM Cap. 4 AOAC 991,14
<i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g)	1	5	10 ²	10 ³	ISO 6888-3 FDA/BAM Cap. 12 AOAC 975.55
<i>Clostridium perfringens</i> (*) (ufc/g)	2	5	10 ²	10 ³	ISO 7932 FDA/BAM Cap. 14 AOC 980.31
<i>Salmonella</i> sp. en 25g	0	5	Ausente		ISO 6579/Cor 1/Amd 1 FDA/BAM Cap. 05 AOAC 978.24

(*) sólo para productos que contengan harinas de arroz y/o maíz

Donde:

n = Cantidad de volumen de muestra seleccionada al azar de lote a analiza para cumplir los requisitos del plan de muestreo especificado.

c = Cantidad de volumen de muestreo que pueden contener poblaciones microbianas entre “m” y “M” en el plan de muestreo terciario. Si se detecte una cantidad de unidades retiradas superior a “c”, el lote se rechazará.

m = Limite microbiológico para distinguir el atributo admisible de la calidad inaceptable. Generalmente, valores iguales o menores a “m”, representan producto admisible, y valores mayores a “m” representan los admisibles o inadmisibles.

M = La estadística microbiana por encima de “M” es inaceptable y el alimento es un peligro para la salud.

2.8 Requisitos sensoriales para pasta alimenticia

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 206.010.2016, los fideos o pastas destinados al consumo humano deben exhibir un color, sabor y aroma que sean representativos de su naturaleza. Además, deben estar libres de sabores y olores indeseables, como los que son ácidos, amargos o rancios. La evaluación de estas características se realiza siguiendo los métodos de prueba estipulados en las normas NTP-ISO 6658 o NTP-ISO 4121. La evaluación sensorial es un análisis que se efectúa en alimentos y otros materiales mediante la utilización de los sentidos. Se trata de una disciplina científica que permite percibir las características sensoriales de los alimentos a través de la vista, el olfato y el gusto. Este tipo de análisis puede ser llevado a cabo por individuos con distintos niveles de formación, aprovechando sus capacidades sensoriales. Actualmente, las pruebas sensoriales son consideradas como las técnicas más efectivas para evaluar las cualidades sensoriales de un alimento, ya que no existen herramientas mecánicas o electrónicas que puedan sustituir el juicio de un experto capacitado en este campo. A través del aprendizaje y la práctica en la observación de las percepciones, es posible generar respuestas tanto afectivas como analíticas. En un contexto que cumple con estándares de calidad global, el análisis sensorial permite evaluar la aceptación del producto utilizando métodos sencillos (Picallo, 2009).

2.9 Variables en estudio

Se definieron las variables independientes y dependientes, las cuales se presentan en la tabla 11 junto con sus indicadores correspondientes.

Tabla 11

Variables independientes y dependientes con sus respectivos indicadores

Variables	
Independientes: Formulación de las pastas alimenticias nutritivas	
	Indicadores
Porcentaje de puré de pituca	29,40:70,00:0,60; 35,00:64,80:0,20;
Porcentaje de harina de quinua	29,80:70,00:0,20; 35,00:64,40:0,60;
Porcentaje de harina de cúrcuma	32,30:67,30:0,40; 30,85:68,65:0,50;
	33,65:66,05:0,30; 31,05:68,65:0,30;
	33,65:65,85:0,50.
Dependientes: Obtención de la pasta alimenticias nutritivas	
	Indicadores
Contenido de nutrientes (proximal)	Humedad (%), Grasa (%), Proteína (%), Fibra (%), Ceniza (%), Acidez (%), Carbohidrato (%), Calcio (mg) y Hierro (mg).
Inocuidad del producto (microbiológico)	Hongos y Levaduras, E. Coli y Salmonella.
Aceptación sensorial (prueba hedónica)	Color, Olor, Sabor y Textura.

2.10 Hipótesis

Hi = Las pastas alimenticias nutritivas obtenidas tras la sustitución de la harina de trigo por harinas de quinua (*Chenopodium quinua*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa* L), si aportan nutrientes adecuados y si gozan de buena aceptación.

Ho = Las pastas alimenticias nutritivas obtenidas tras la sustitución de la harina de trigo por harinas de quinua (*Chenopodium quinua*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa* L) no aportan nutrientes adecuados y no gozan de buena aceptación.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

El presente estudio se llevó a cabo en el centro experimental de panificación de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia. El análisis sensorial se realizó en el laboratorio de procesos agroindustriales, previamente acondicionado. Por otro lado, los análisis proximales se llevaron a cabo en el laboratorio de biotecnología agroindustrial de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.2 Materia prima e insumos

- ✓ **Pituca (*Colocasia esculenta*):** Se empleo pituca de la variedad blanca, fue procesado hasta formar en un puré, fue adquirido del Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro.
- ✓ **Quinoa (*Chenopodium quinoa*):** Ecotipo blanca Junín, fue adquirido de la empresa Wiracocha del Perú SAC.
- ✓ **Cúrcuma (*Cúrcuma longa L*):** Se empleo como colorante natural, fue adquirido del Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro.
- ✓ **Goma xantana:** Se empleo a fin de mejorar las características de la masa, fue adquirida en Cinsa E.I.R.L. – Ayacucho
- ✓ **Sal:** Se adquirió sal de mesa, usado como mejorador de masa y evitar la propagación de microorganismos, Cinsa E.I.R.L. – Ayacucho.

3.3 Materiales y equipos

Equipos de elaboración

- ✓ Balanza digital capacidad 1 kg.
- ✓ Balanza gramera de 0,10g hasta 300g.
- ✓ Cocina eléctrica
- ✓ Olla de presión domestica
- ✓ Amasadora

- ✓ Laminadora trifásica
- ✓ Cortadora manual
- ✓ Selladora para polietileno

Materiales de elaboración

- ✓ Probeta
- ✓ Jarras con medida
- ✓ Tamizador doméstico
- ✓ Tazones
- ✓ Cuchillos
- ✓ Prensa pituca doméstico
- ✓ Ollas
- ✓ Mesa acero inoxidable
- ✓ Bolsas de polipropileno
- ✓ Materiales para la evaluación sensorial (hojas, vasos, platos y cubiertos).

Materiales de laboratorio

- ✓ Vasos de precipitación
- ✓ Fiolas de 25ml, 50ml, 100ml y 1000ml
- ✓ Pipetas de 1,5ml y 10ml
- ✓ Pinzas, cuchillos
- ✓ Papel filtro, espátulas
- ✓ Matraces de Erlenmeyer (100ml, 250ml, 500ml y 1000ml)
- ✓ Buretas, placas Petri, crisoles, varillas

Instrumentos de laboratorio

Se usaron diferentes instrumentos y equipos que a continuación mencionamos:

- ✓ Balanza digital

- ✓ Balanza analítica
- ✓ Estufa
- ✓ Equipo KJELDAHL
- ✓ Horno incinerador
- ✓ Mufia
- ✓ Extractor Soxhlet
- ✓ Campanas de vidrio
- ✓ Determinador de fibra

Reactivos

- ✓ Fenolftaleína 1% como indicador
- ✓ Hidróxido de sodio
- ✓ Ácido clorhídrico
- ✓ N-hexano
- ✓ Agua destilada
- ✓ Sal de amonio
- ✓ Agua potable

3.4 Metodología experimental

3.4.1 Tipo de investigación

Este estudio de investigación fue de carácter aplicativo y experimental, ya que se empleó un mecanismo de ingeniería para controlar las siguientes variables: el porcentaje de puré de pituca (variedad blanca), el porcentaje de harina de quinua (blanca Junín) y el porcentaje de harina de cúrcuma.

3.4.2 Nivel de investigación

Este estudio de investigación tiene un enfoque explicativo y cuantitativo, ya que se analizará el impacto de reemplazar la harina de trigo por puré de pituca (variedad blanca), harina de quinua (blanca Junín) y harina de cúrcuma.

3.4.3 Diseño estadístico

Para la elaboración de la pasta alimenticia se incorporó puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma, se empleó el software Minitab 20, aplicando un diseño de mezclas de "vértices extremos". Este tipo de diseño fue adecuado para experimentos de mezclas que presentan restricciones, las cuales se refieren a los límites superiores e inferiores de cada uno de los ingredientes utilizados.

Para evaluar los resultados del análisis proximal y la aceptación sensorial de las pastas nutritivas, se implementó un diseño de bloques completamente aleatorizados (DBCD). Los datos obtenidos fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 5% ($\alpha=0,05$), utilizando el soporte estadístico proporcionado por Minitab versión 20. Si el ANOVA revela diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 y T9), se procedió a determinar estas diferencias mediante la prueba de comparación de medias de Tukey.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Es la respuesta u observación que se percibe sensorialmente (para i-esima tratamiento, asignado al j-esimo juez).

μ = Media de las observaciones.

T_i = Efecto de la variación (tratamientos) $i = 1, \dots, t$.

β_j = Efecto de los jueces; $j = 1, \dots, P$

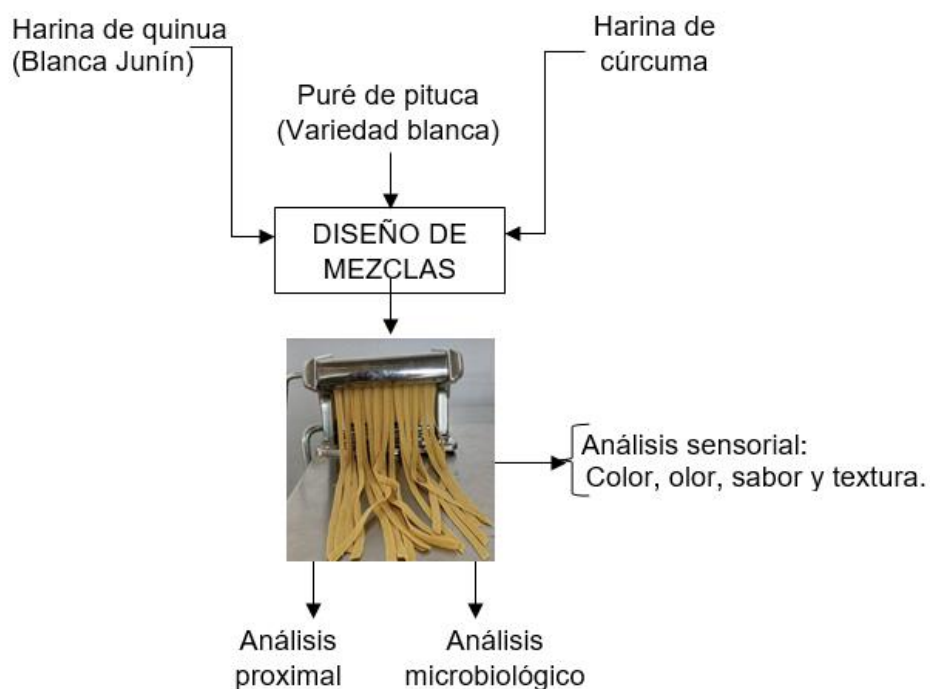
ε_{ij} = Error experimental correspondiente a la i-esimo tratamiento y j-esimo jueces.

3.4.4 Diseño experimental

El presente trabajo de estudio se desarrolló mediante el siguiente esquema.

Figura 5

Diagrama de la metodología experimental de la investigación efectuada



3.4.5 Formulación de las mezclas para la pasta alimenticia en estudio

Para la elaboración de una pasta alimenticia que sustituya completamente la harina de trigo con puré de pituca (PP), harina de quinua (HQ) y harina de cúrcuma (HC), se llevó a cabo un análisis de optimización utilizando un diseño de mezclas con vértices extremos que incluye tres componentes, como se detalla en la tabla 12.

Tabla 12

Formulación de los componentes de la pasta alimenticia en estudio

Componentes	Mínimo (%)	Máximo (%)
Puré de pituca	28	35
Harina de quinua	60	70
Harina de cúrcuma	0,2	0,6

Nota: Restricciones correspondientes a los límites superiores e inferiores de cada uno de los componentes utilizados.

3.4.6 Variables independientes

- Puré de pituca
- Harina de quinua
- Harina de cúrcuma

3.4.7 Variables dependientes

- Análisis proximal (humedad (%), grasa (%), proteína (%), fibra (%), ceniza (%), acidez (%), carbohidratos (%), calcio (mg) y hierro (mg)).
- Análisis microbiológico (hongos y levaduras, E. coli y salmonella).
- Aceptación sensorial (color, olor, sabor y textura).

3.4.8 Formulación del trabajo de estudio

La formulación de los componentes son lo siguiente: puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma ejecutados por el software minitab versión 20 para poder elaborar la pasta alimenticia nutritiva.

Tabla 13

Proporciones de los componentes según diseño de mezclas de vértices extremos

Orden Estadístico	Orden Corrida	Tipo Pt	Bloques	Puré pituca (g)	Harina quinua (g)	Harina cúrcuma (g)
1	1	1	1	29,40	70,00	0,60
2	2	1	1	35,00	64,80	0,20
3	3	1	1	29,80	70,00	0,20
4	4	1	1	35,00	64,40	0,60
5	5	0	1	32,30	67,30	0,40
6	6	-1	1	30,85	68,65	0,50
7	7	-1	1	33,65	66,05	0,30
8	8	-1	1	31,05	68,65	0,30
9	9	-1	1	33,65	65,85	0,50

Nota: Formulación de los componentes en base a 100g de harina.

3.4.9 Proceso de producción de pasta alimenticia nutritiva utilizando puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.

3.4.9.1 Obtención de puré de pituca blanca

Seguidamente se detalla el proceso:

Recepción de la materia prima: Los cormos de pituca fueron inspeccionadas visualmente evaluándose los siguientes aspectos: su dureza, color, tamaño, humedad y daños físicos.

Selección y limpieza: Se procedió a seleccionar los cormos para tener tamaños homogéneos, luego eliminar con agua potable los residuos extraños y la suciedad.

Pelado: Se retiró la cáscara de forma manualmente con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable y luego pasa a ser troceado en tamaños homogéneos.

Troceado: Los cormos ya retirados de sus cáscaras, fueron troceados homogéneamente para agilizar el proceso de cocción.

Cocción: La cocción se realizó en una olla presión por un tiempo determinado de 12 minutos, hasta que este sancochado en su totalidad.

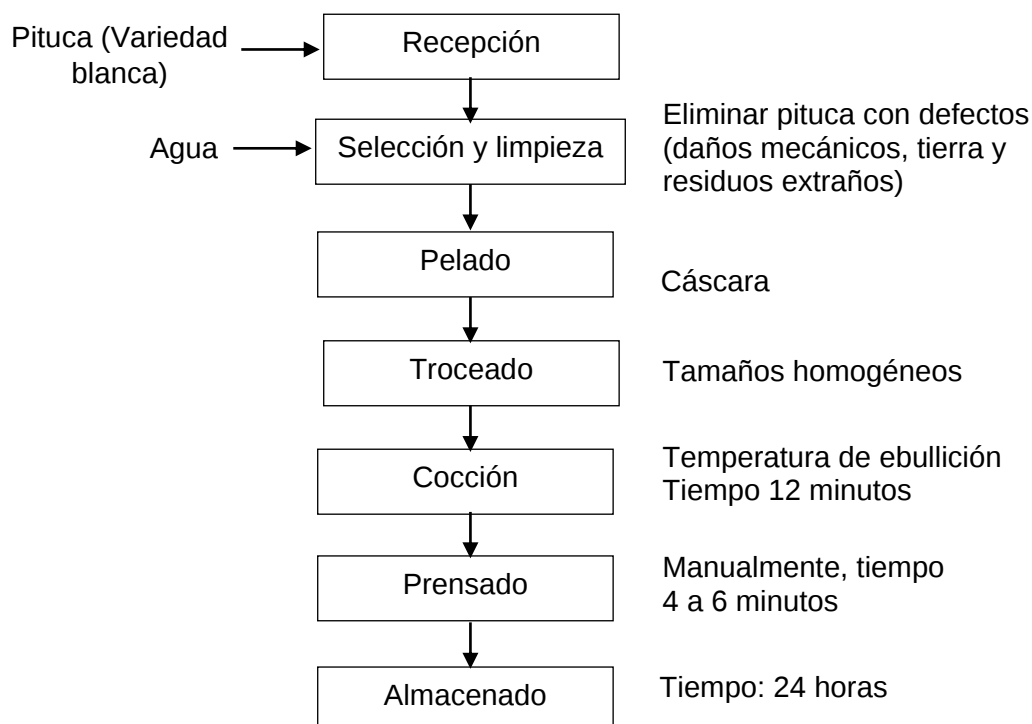
Prensado: Este proceso consistió en aplastar las pitucas cocidas hasta formar en un puré, utilizando prensa manual por un tiempo de 4 a 6 minutos.

Almacenado: Se almacenó en bolsas de polietileno de mediana densidad en una refrigeradora por un tiempo de 24 horas.

En la figura 6 se observa las operaciones para la obtención de puré de pituca.

Figura 6

Diagrama de bloques para la obtención de puré de pituca de la variedad blanca



Nota: Flujograma de la elaboración de puré de pituca.

3.4.9.2 Obtención de la harina de quinua blanca

Seguidamente se detalla el proceso.

Recepción: Los granos de quinua desaponificados de la variedad blanca Junín fueron adquiridos de la empresa WIRACCOCHA DEL PERÚ SAC. Durante esta etapa, se realizó una evaluación visual de diversas características, incluyendo el color, la granulometría, el peso y el contenido de humedad.

Pesado: Se realizó el pesado de la cantidad necesitadas, en una balanza digital.

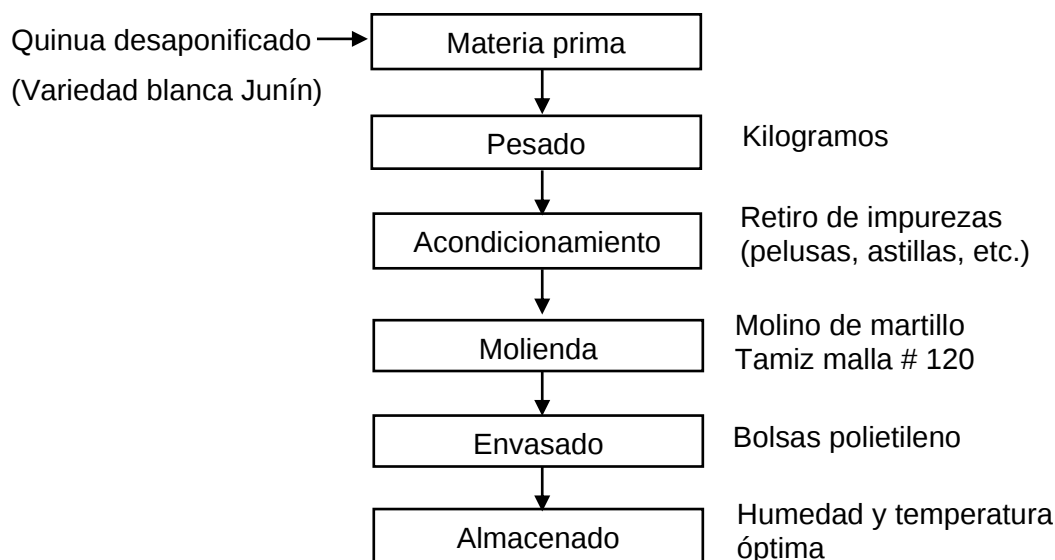
Acondicionamiento: Consistió en la eliminación de impurezas, antes de realizar el proceso de la molienda, este proceso permitió obtener un producto limpio.

Molienda: La molienda se realizó en un molino de martillos y tamizado en malla número 120, para obtener una harina fina.

Envasado y almacenamiento: La harina de quinua fue pesada y envasada en bolsas de polietileno y almacenado a una temperatura y humedad óptimo, hasta su empleo en la formulación de los tratamientos del trabajo de investigación.

Figura 7

Diagrama de bloques para la obtención de la harina de quinua blanca



Nota: Flujograma de la elaboración de harina de quinua

3.4.9.3 Obtención de la harina de cúrcuma

Seguidamente se detalla el proceso.

Recepción de la materia prima: Se evaluó las características físicas del palillo, observándose que se encuentren en condiciones frescas sin podredumbres.

Lavado: El lavado consistió en retirar, con agua potable, cualquier sustancia extraña adherida a la cúrcuma las veces que sea necesaria.

Cortado: El cortado se realizó en partes homogéneos con la finalidad de agilizar el proceso de cocción-; se empleó un cuchillo de acero inoxidable.

Cocción/Colado: La cocción se efectuó en una olla a temperatura de ebullición por un tiempo de 40 a 45 minutos, luego se retiró el agua mediante el uso de un colador.

Eliminado de la capa exterior: La capa exterior fue retirada con guantes por frotamiento.

3.4.9.4 Formulación de la pasta alimenticia en estudio

A continuación, se presenta una descripción detallada del proceso de elaboración de la pasta alimenticia propuesta:

Recepción de harinas y puré de pituca blanca: En esta etapa, se lleva a cabo una inspección visual de las materias primas e insumos para garantizar que se encuentren en condiciones óptimas y cumplan con las características necesarias, tales como color, olor y peso. Este procedimiento es fundamental para asegurar la calidad del producto final.

Pesado: Se utilizará una balanza adecuada para determinar las cantidades exactas de las materias primas e insumos, conforme a los porcentajes establecidos.

Mezclado: En esta fase, se procederá a mezclar las materias primas y los insumos en las proporciones requeridas hasta lograr una mezcla homogénea.

Amasado: Se amasa la mezcla durante un período de 10 a 15 minutos, hasta obtener una masa completamente homogénea y con una textura arenosa.

Laminado: Una vez que la masa ha alcanzado la consistencia adecuada, se pasará por los rodillos de la laminadora en diferentes niveles, hasta obtener una lámina de la longitud requerida, con un cuerpo fino, homogéneo y el espesor deseado.

Reposado: Las láminas se dejarán reposar durante 30 minutos, cubiertas con un plástico previamente desinfectado, para evitar la pérdida de humedad.

Cortado (Trefilado): Tras el laminado, que debe alcanzar un espesor de 2 mm, se utilizará un equipo especializado para cortar las pastas largas. Si no se dispone de este equipo, se realizará el corte manualmente con un cuchillo bien afilado.

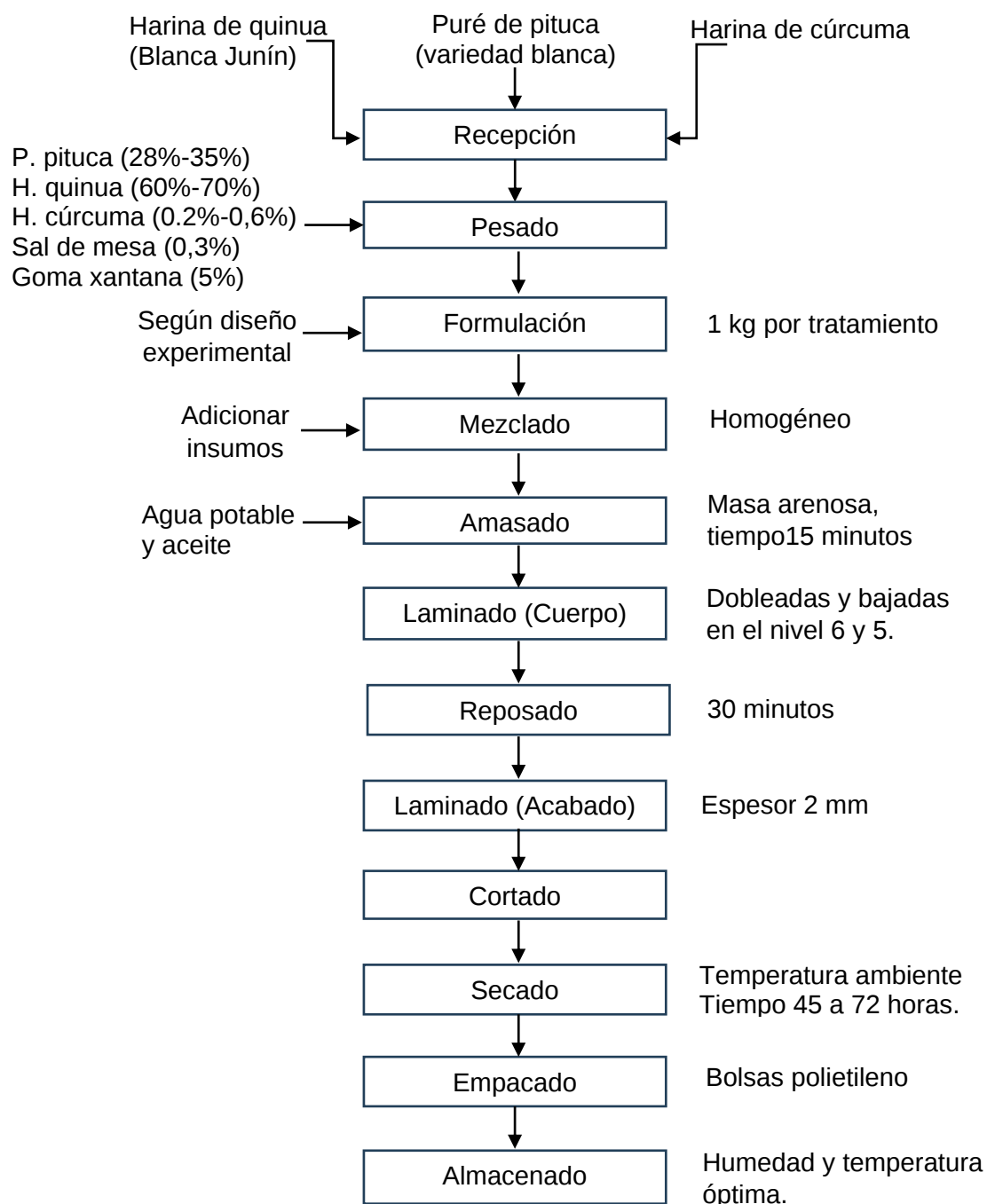
Secado: Esta etapa implica la deshidratación de las tiras de pasta, reduciendo su humedad al 13% o 14%, conforme a lo estipulado por la Norma Técnica Peruana para pastas secas.

Empacado: Las pastas secas se colocarán en bolsas de polietileno, las cuales serán selladas adecuadamente.

Almacenado: Finalmente, las pastas se almacenarán en parihuelas, manteniendo condiciones de temperatura y humedad adecuadas. Para más detalles, consulte la figura 9.

Figura 9

Diagrama de bloques cuantitativo para elaborar pastas alimenticias nutritivas a base de harina de quinua, puré de pituca y harina de cúrcuma



Nota: Adaptado de Agua (2020).

3.5 Métodos de análisis proximal

Análisis químico proximal del producto final, se efectuó como sigue:

✓ **Determinación de humedad:**

Se llevó a cabo la determinación de humedad utilizando el método de desecación en estufa según la norma AOAC 950.46.

✓ **Determinación de cenizas:** La cuantificación de cenizas se realizó conforme al método establecido en la Norma Técnica Peruana N.T.P. 206.012.

✓ **Determinación de fibra cruda:**

La medición de fibra cruda se efectuó siguiendo la Referencia Técnica A.Q.A.C. 920.39 (1998).

✓ **Determinación de proteínas:**

La evaluación del contenido proteico se realizó mediante el método Kjeldahl, de acuerdo con el INTEC-N.T.N. 201.021.

✓ **Determinación de grasa:**

La determinación del contenido graso se realizó utilizando el método A.Q.A.C. 960.39 (1998).

✓ **Determinación de carbohidratos:**

La cuantificación de carbohidratos se llevó a cabo por diferencia porcentual, conforme a las directrices del MINSA (2009).

✓ **Determinación de acidez:**

Para la evaluación de la acidez, se utilizó la referencia técnica NTP 206.013 (1981).

✓ **Determinación de hierro:**

La medición de hierro se realizó siguiendo el Método de Harris (2007), como se detalla en el Anexo 11.

✓ **Determinación de calcio:**

La cuantificación de calcio también se llevó a cabo utilizando el Método de Harris (2007), según se indica en el Anexo 12.).

3.6 Comparación de valor nutricional

Se llevó a cabo la evaluación del valor nutricional de la pasta alimenticia elaborada con puré de pituca (PP), harina de quinua (HQ) y harina de cúrcuma (HC). Esta evaluación consistió en una comparación de los resultados del análisis proximal con el tratamiento que fue mejor aceptado sensorialmente, por los panelistas no entrenados, así como con una muestra de tallarín de la marca "Bella Abanquina". Se compararon los siguientes componentes nutricionales: grasa, proteína, carbohidratos, hierro y calcio, conforme a lo indicado en la tabla 14.

Tabla 14

Tabla comparativa de los resultados de los análisis nutricionales, según el análisis proximal

Valor nutricional	Pasta alimenticia de mayor aceptación sensorial	Tallarín de casa "Bella Abanquina"
Grasa %	-	-
Proteína %	-	-
Carbohidratos %	-	-
Hierro (mg/100)	-	-
Calcio (mg/100)	-	-

Nota: Comparación nutricional entre la pasta en estudio y tallarín "bella abanquina"

3.7 Análisis microbiológico

El análisis microbiológico es fundamental para garantizar la inocuidad de los alimentos. En el presente estudio, se elaborará una pasta alimenticia utilizando puré de pituca (PP), harina de quinua (HQ) y harina de cúrcuma (HC). Se llevó a cabo la evaluación de los siguientes microorganismos: hongos y levaduras, *Escherichia coli* y *Salmonella*, en la muestra que haya obtenido la mejor aceptación por parte de los panelistas no entrenados. Esta muestra fue enviada a un laboratorio acreditado por INACAL, donde se verificó los resultados para asegurar que se encuentren dentro de los límites permisibles establecidos en la NTP 206.010:2016.

3.8 Evaluación sensorial

En la presente investigación se evaluó los atributos sensoriales: color, olor, sabor y textura. Para llevar a cabo dicha evaluación, se seleccionó un grupo de 30 panelistas no entrenados, de ambos sexos y diversas edades, principalmente estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Durante la evaluación, los panelistas recibieron una cartilla de evaluación (ver anexo 05). Las muestras fueron codificadas y distribuidas de manera aleatoria, y se utilizó una escala hedónica de 7 puntos, conforme a la tabla 15.

Tabla 15

Prueba hedónica de 7 puntos empleados en la evaluación de los atributos color, olor, sabor y textura de las pastas nutritivas.

Descripción	Puntaje
Me gusta muchísimo	7
Me gusta mucho	6
Me gusta poco	5
No me gusta, ni me disgusta	4
Me disgusta poco	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis Proximal de la Pasta Alimenticia Elaborada con Puré de Pituca, Harina de Quinua y Harina de Cúrcuma.

En esta sección se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados sobre los nueve tratamientos de pasta alimenticia, llevados a cabo en el laboratorio de biotecnología industrial. Para más detalles, se puede consultar el Anexo 02.

4.1.1 Evaluación estadística del contenido de humedad de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.

En la tabla 16 se presenta los resultados del análisis ANOVA del estudio de la humedad de las pastas alimenticias nutritivas.

Tabla 16

Cuadro ANOVA para la variable humedad de la pasta alimenticia nutritiva en estudio

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	8	0.05079	0.006348	2.11	0.098
Bloque	2	0.01636	0.008181	2.71	0.097
Error	16	0.04824	0.003015		
Total	26	0.11539			

Nota: R-cuadrado=58.19%; S=0.0549073

Al analizar el ANOVA presentado en la tabla 16, se pudo observar que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados. Esto indicó que ninguno de los tratamientos se distingue de los demás. En consecuencia, la incorporación de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma en la pasta sin gluten no afectó la variación de humedad. Por lo tanto, no se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey.

Figura 10

Gráfica de contorno para la variable humedad de la pasta alimenticia nutritiva en estudio

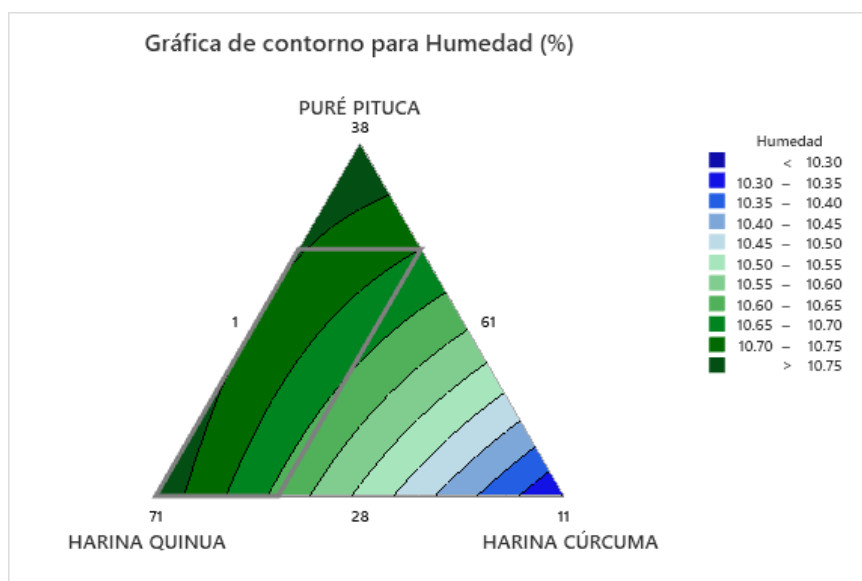
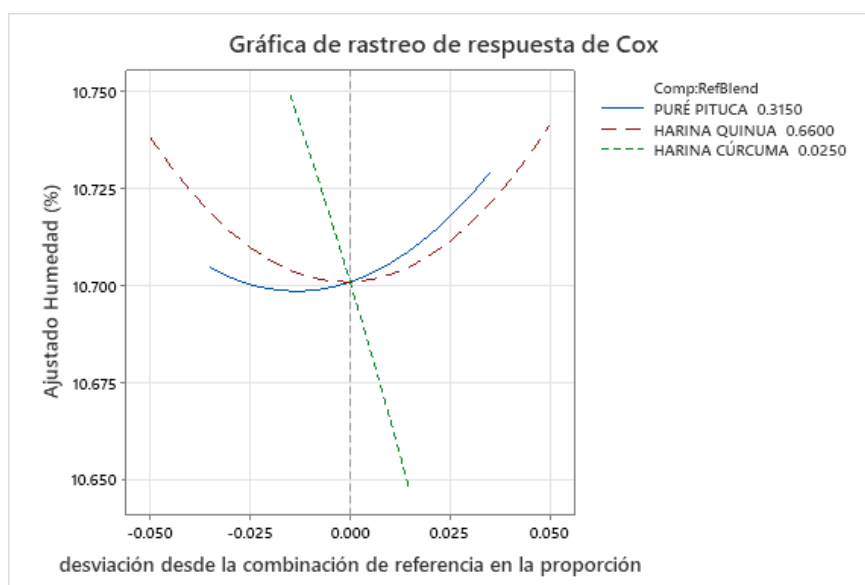


Figura 11

Gráfica de rastreo de respuesta para la variable humedad de la pasta alimenticia en estudio



En las figuras 10 y 11 se evidencia que, a medida que se incrementa la cantidad de puré de pituca y harina de quinua, se produjo un ligero aumento en el valor de humedad de la pasta sin gluten. Sin embargo, se confirmó que la incorporación de estos ingredientes no genera cambios significativos en el contenido de humedad, lo que indicó este parámetro de calidad no influye en la pasta nutritiva elaborada. En el anexo 02 se muestra una tabla con los

valores de humedad para todas las formulaciones, de acuerdo con el diseño de este estudio, variaron entre 10,64% y 10,79%. Estos valores son comparables al 11,10% reportado en pastas elaboradas con harina de pituca y extracto de betarraga (Agama y Asencio, 2023), y son inferiores al 13% encontrado en fideos sustituidos con harina de quinua y puré de espinaca (Espinoza et al., 2018). Los resultados obtenidos en esta investigación, así como los citados en la literatura, se mantienen por debajo del 15%, que es el límite máximo permitido según la norma NTP 206.010:2016 sobre pastas o fideos para consumo humano.

Aguilar (2017) señala que las pastas alimenticias deben tener una actividad de agua (A_w) inferior a 0,6, umbral a partir del cual se inhibe el crecimiento de microorganismos. En el caso de las pastas comerciales, se encontraron valores de humedad del 9,11% y una A_w de 0,35. González et al. (2022) advierten que un alto contenido de humedad (>13%) incrementa el riesgo de alteraciones microbiológicas en el producto, haciéndolo más susceptible a la descomposición, lo que puede resultar en toxiinfecciones y en la pérdida de las características sensoriales deseadas.

4.1.2 Evaluación estadística del contenido de grasa de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.

En la tabla 17 se presenta los resultados del análisis ANOVA del estudio de la grasa de las pastas alimenticias nutritivas

Tabla 17

Cuadro ANOVA para la variable grasa de la pasta alimenticia nutritiva en estudio

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	8	0.090519	0.011315	58.75	0.000
Bloque	2	0.001252	0.000626	3.25	0.065
Error	16	0.003081	0.000193		
Total	26	0.094852			

Nota: R-cuadrado=96.75%; S=0.0138778

Observando la tabla 17, podemos deducir que existe estadísticamente diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, es decir algún tratamiento se diferencia de los demás, esto implica que la adición de harina de quinua (HQ), puré de pituca (PP) y harina de cúrcuma (HC) en la pasta elaborada tuvo influencia sobre la variación de grasa, para determinar que tratamiento se diferencia de los demás se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey. En la tabla 18 se presenta la prueba de Tukey para la variación de grasa de la pasta elaborada.

Tabla 18

Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable grasa

Tratamientos	N	Media	Agrupación		
T1	3	2.33333	A		
T6	3	2.29000	B		
T3	3	2.24000	C		
T8	3	2.23667	C	D	
T5	3	2.23333	C	D	
T9	3	2.20000	C	D	E
T4	3	2.19667		D	E
T7	3	2.18000			E
T2	3	2.12333			F

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Al analizar la tabla 18, se puede concluir que el tratamiento que presenta el promedio estadístico más favorable en cuanto al contenido de grasa es el T1, que consiste en la incorporación de un 29,40% de puré de pituca (PP), un 70% de harina de quinua (HQ) y un 0,6% de harina de cúrcuma (HC) en la pasta. Este resultado sugiere que estas concentraciones de los ingredientes utilizados en el estudio generan el mayor contenido de

grasa en la pasta sin gluten. En contraste, el tratamiento T2, que incluye un 35% de puré de pituca, un 64,80% de harina de quinua y un 0,2% de harina de cúrcuma, mostró el valor mínimo de grasa, como se detalla en el anexo 02. La investigación demuestra que la inclusión de harina de quinua y puré de pituca en la pasta tiene un impacto positivo en los niveles de grasa.

Figura 12

Gráfica de contorno para la variable grasa de la pasta alimenticia nutritiva en estudio

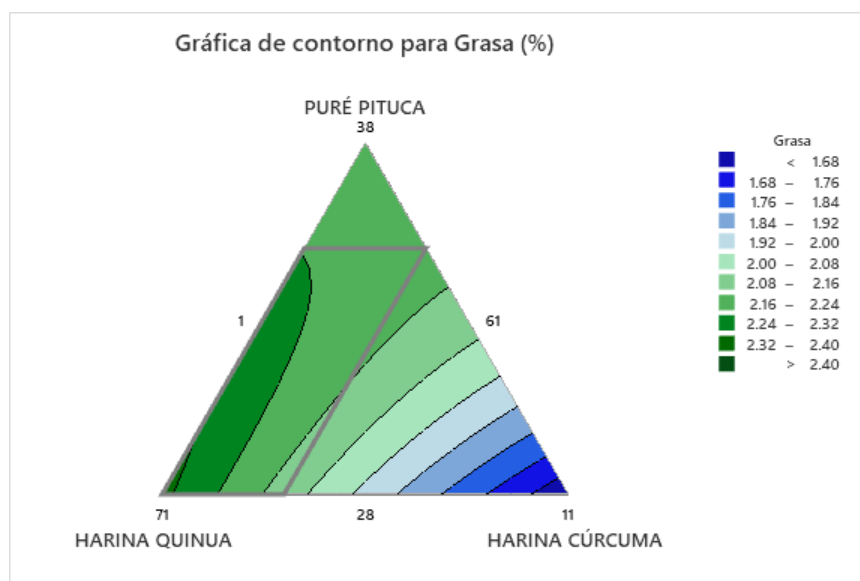
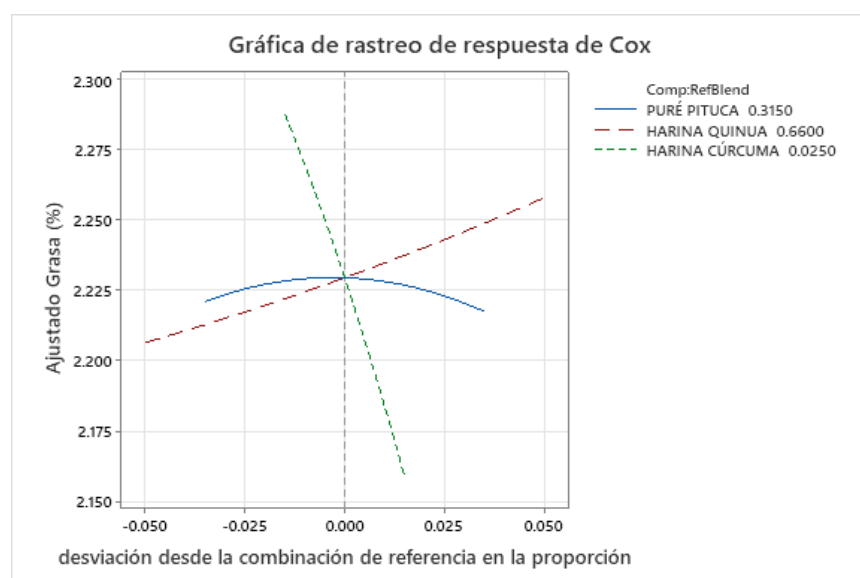


Figura 13

Gráfica de rastreo de respuesta para la variable grasa de la pasta alimenticia en estudio



En las figuras 12 y 13 se evidencia que, a medida que se incrementa la proporción de harina de quinua en la pasta, también se observa un aumento en su contenido graso. Esto se debe a que la harina de quinua tiene una mayor cantidad de grasa en su composición, con un contenido aproximado del 6,0%, según lo reportado por Reyes et al. (2017), en contraste con solo un 0,1% de grasa en la papa fresca. Por lo tanto, se puede concluir que la harina de quinua es el principal responsable del aumento en el contenido graso de la pasta elaborada en este estudio. En cuanto a la harina de cúrcuma, Nobile et al. (2020) informaron que su contenido graso es de aproximadamente 0,9%. Dado que la cantidad utilizada en las formulaciones de este trabajo es baja, esta harina no tiene un impacto significativo en los niveles de grasa de la pasta. Los valores de grasa obtenidos en los nueve tratamientos evaluados en este estudio, como se muestra en la tabla del anexo 02, oscilaron entre 2,12% y 2,33%. En comparación, Agama y Asencio (2023) encontraron un contenido graso de 1,4% en su fideo, cuya formulación óptima incluía 44,18% de harina de trigo, 24,91% de harina de pituca y 24,91% de extracto de betarraga. Esta discrepancia se atribuye a la mayor contribución de la harina de quinua al contenido graso de la pasta elaborada en este estudio.

4.1.3 Evaluación estadística del contenido de proteína de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.

En la tabla 19 se presenta los resultados del análisis ANOVA del estudio de la proteína de las pastas alimenticias nutritivas.

Tabla 19

Cuadro ANOVA para la variable proteína de la pasta alimenticia nutritivas en estudio

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	8	0.345430	0.043179	129.72	0.000
Bloque	2	0.000274	0.000137	0.41	0.669
Error	16	0.005326	0.000333		
Total	26	0.351030			

Nota: R-cuadrado=98.48%; S=0.0182447

Al analizar la tabla 19, se evidencia la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, lo que indica que al menos uno de los tratamientos se distingue de los demás. Esto sugiere que la incorporación de harina de quinua (HQ), puré de pituca (PP) y harina de cúrcuma (HC) en la pasta elaborada ha influido en la variación de proteínas. Para identificar cuál de los tratamientos es diferente, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey. La tabla 20 presenta los resultados de esta prueba, mostrando la variación de proteínas en la pasta elaborada.

Tabla 20

Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable proteína

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T8	3	9.39667	A
T3	3	9.32333	B
T6	3	9.29000	B C
T9	3	9.26333	C
T5	3	9.20667	D
T1	3	9.14333	E
T7	3	9.10333	E F
T4	3	9.08000	F G
T2	3	9.05000	G

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Al analizar la tabla 20, se dedujo que el tratamiento T8 presenta el promedio estadístico más alto en cuanto a contenido proteico, con una composición de 31,05% de puré de pituca (PP), 68,65% de harina de quinua (HQ) y 0,3% de harina de cúrcuma (HC). Este resultado sugiere que las concentraciones de los ingredientes utilizados en este estudio favorecen la obtención de un mayor contenido proteico en la pasta elaborada. En contraste, el tratamiento T2, que consiste en 35% de PP, 68,65% de HQ y 0,3% de HC, mostró el valor

proteico más bajo (véase anexo 02). La incorporación de puré de pituca y harina de quinua en la pasta contribuyó significativamente al aumento de los niveles de proteínas, lo cual ha sido corroborado en esta investigación.

Figura 14

Gráfica de contorno para la variable proteína de la pasta alimenticia nutritivas en estudio

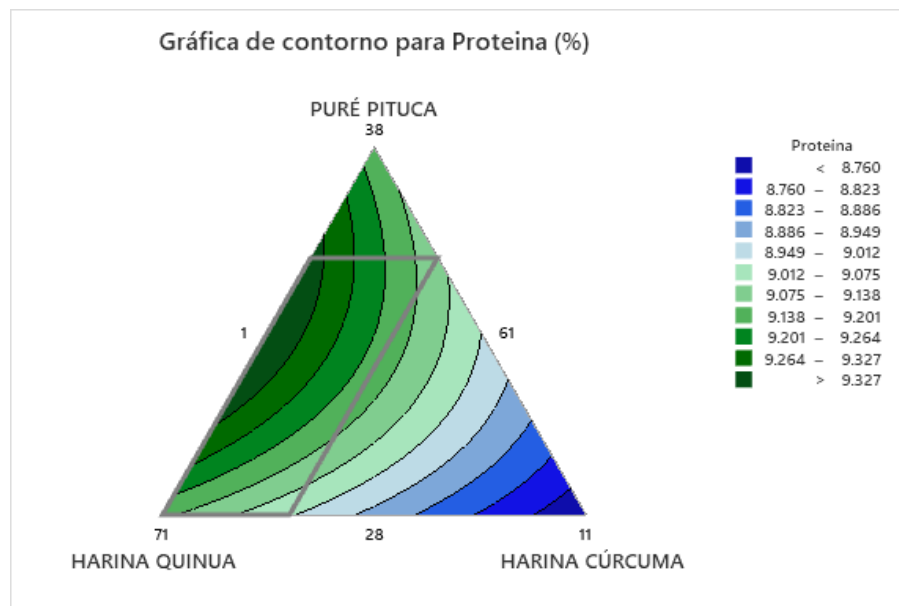
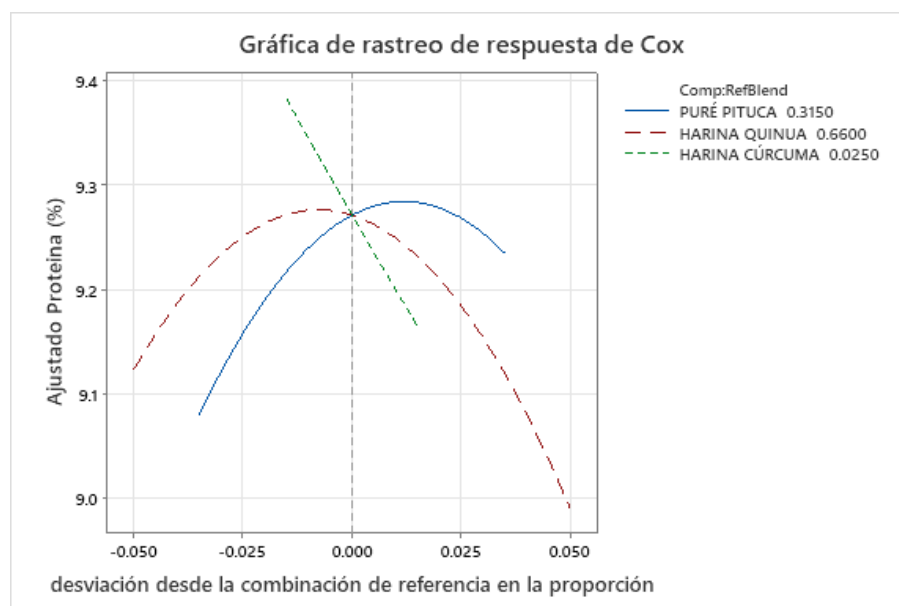


Figura 15

Gráfica de rastreo de respuesta para la variable proteína de las pastas alimenticias



En las figuras 14 y 15 se evidenció que, al incrementar la adición de puré de pituca y harina de quinua hasta alcanzar un nivel óptimo, se observa un aumento en el contenido proteico de la pasta. De acuerdo con la norma NTP 206.010:1981, revisada en 2011, el contenido mínimo de proteína para los fideos debe ser del 10%. Los valores obtenidos en este estudio se acercan a este umbral mínimo, lo que sugiere que las pastas elaboradas poseen un contenido proteico significativo. García (2020) reportó un contenido de 9,8% de proteínas en fideos elaborados con subproductos de arroz y harina de quinua. Por otro lado, Crisóstomo (2023) encontró valores superiores en pastas elaboradas con puré de papa nativa y harina de quinua, alcanzando un 13,5% de proteínas. Asimismo, Agama y Asencio (2023) reportaron un 12,3% de proteínas en fideos cuya formulación óptima incluía 44,18% de harina de trigo, 24,91% de harina de pituca y 24,91% de extracto de betarraga.

4.1.4 Evaluación estadística del contenido de fibra de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.

En la tabla 21 se presenta los resultados del análisis ANOVA del estudio de la fibra de las pastas alimenticias nutritivas.

Tabla 21

Cuadro ANOVA para la variable fibra de la pasta alimenticia nutritivas en estudio

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	8	0.188200	0.023525	111.43	0.000
Bloque	2	0.002022	0.001011	4.79	0.023
Error	16	0.003378	0.000211		
Total	26	0.193600			

Nota: R-cuadrado=98.26%; S=0.0145297

Al analizar la tabla 21, se observó que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, lo que indica que al menos uno de ellos se distingue de los demás. Esto sugiere que la incorporación de harina de quinua (HQ), puré de pituca (PP) y harina de cúrcuma (HC) en la pasta elaborada ha influido en la variación

del contenido de fibra. Para identificar cuál de los tratamientos es diferente, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey. La tabla 22 presenta los resultados de esta prueba en relación con la variación de fibra en la pasta sin gluten.

Tabla 22

Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable fibra

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T8	3	2.87333	A
T7	3	2.79333	B
T4	3	2.76667	B C
T9	3	2.74667	C
T5	3	2.73000	C D
T1	3	2.70000	D
T6	3	2.64667	E
T3	3	2.64000	E
T2	3	2.58333	F

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Al analizar la tabla 22, se observó que el tratamiento con el promedio estadístico más alto en contenido de fibra es el T8, que contiene un 31,05% de puré de pituca (PP), un 68,65% de harina de quinua (HQ) y un 0,3% de harina de cúrcuma (HC). Dicho resultado sugiere que estas concentraciones específicas de los ingredientes utilizados en el estudio son responsables de alcanzar el mayor valor de fibra en la pasta elaborada. En contraste, el tratamiento T2, que consiste en un 35% de puré de pituca, un 68,65% de harina de quinua y un 0,3% de harina de cúrcuma, presentó el contenido mínimo de fibra, como se detalla en el anexo 02. La investigación demuestra que la incorporación de puré de pituca y harina de quinua en la pasta contribuye significativamente a aumentar los niveles de fibra.

Figura 16

Gráfica de contorno para la variable fibra de las pastas alimenticias nutritivas en estudio

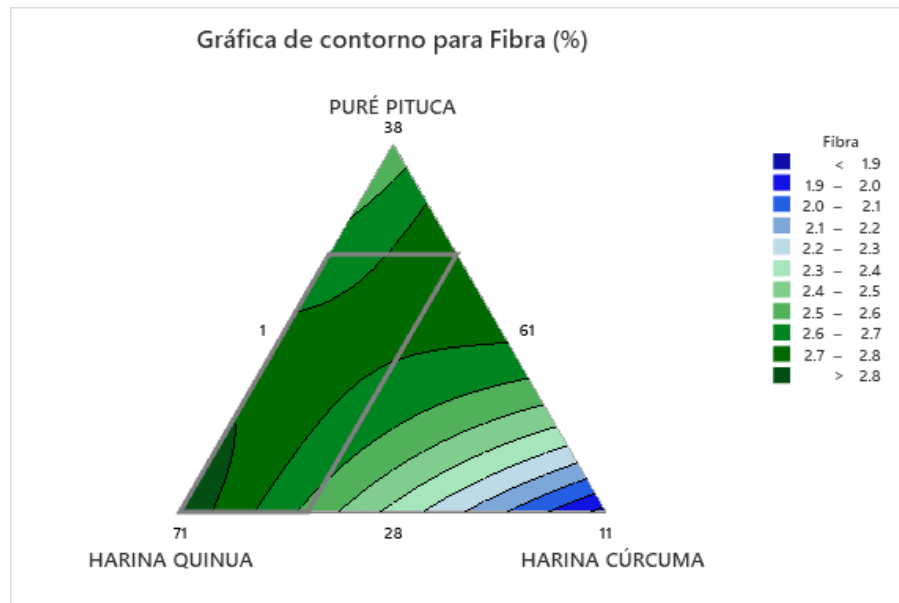
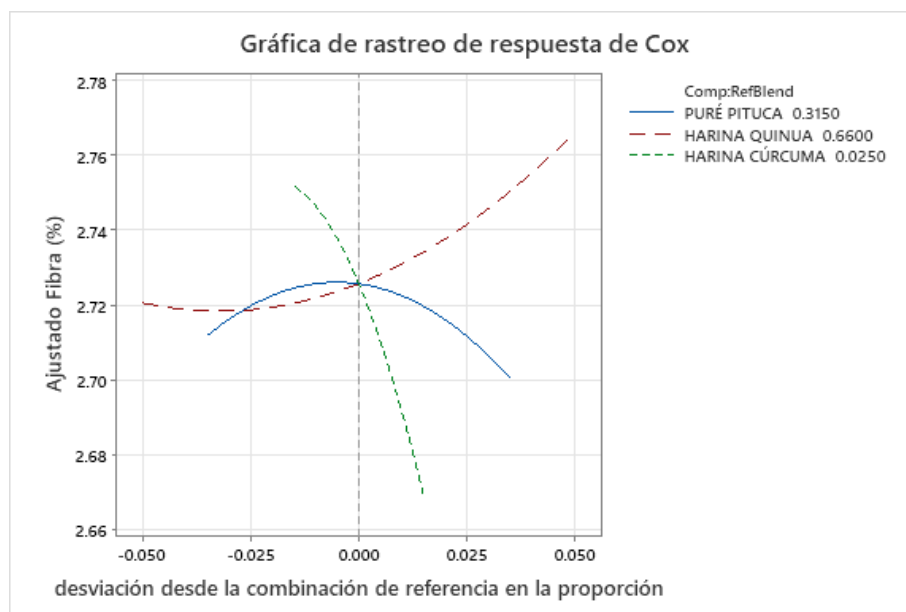


Figura 17

Gráfica de rastreo de respuesta para la variable fibra de la pasta alimenticia en estudio



En las figuras 16 y 17 se evidencia que, a medida que se incrementa la cantidad de puré de pituca (PP) y harina de quinua (HQ), también se observa un aumento en los niveles de fibra. Este fenómeno se debe a que ambos ingredientes contienen cantidades significativas de fibra en su composición. Según los datos presentados en la tabla del anexo 02, el contenido

de fibra en la pasta elaborada en este estudio varió entre 2,58% y 2,87%. En comparación, Espinoza et al. (2018) reportaron valores ligeramente inferiores, alrededor del 2%, en fideos elaborados con harina de quinua y puré de espinaca. Badui-Dergal (2006) destaca la importancia del contenido de fibra en la dieta humana, ya que ofrece diversas propiedades funcionales, como la capacidad de retener agua y la reducción de los niveles de glucosa en sangre. Además, Figuerola et al. (2005) señalan que las propiedades funcionales de la fibra son responsables de los efectos fisiológicos que produce, y que estas propiedades están determinadas por factores como la matriz estructural de la fibra, la relación entre fibra soluble e insoluble, el tamaño de las partículas, la fuente de la fibra y el tipo de procesamiento al que ha sido sometida.

4.1.5 Evaluación estadística del contenido de ceniza de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.

En la tabla 23 se presenta los resultados del análisis ANOVA del estudio de ceniza de las pastas alimenticias nutritivas.

Tabla 23

Cuadro ANOVA para la variable ceniza de la pasta alimenticia en estudio

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	8	0.054046	0.006756	105.61	0.000
Bloque	2	0.000605	0.000302	4.73	0.024
Error	16	0.001023	0.000064		
Total	26	0.055674			

Nota: R-cuadrado=98.16%; S=0.0079980

Al analizar la tabla 23, se puede concluir que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, lo que indica que al menos uno de ellos se distingue de los demás. Esto sugiere que la incorporación de harina de quinua (HQ), puré de pituca (PP) y harina de cúrcuma (HC) en la pasta elaborada ha influido en la variación del contenido de cenizas. Para identificar cuál tratamiento es diferente, se llevó a

cabo la prueba de comparación de medias de Tukey. La tabla 24 presenta los resultados de esta prueba en relación con la variación de cenizas en la pasta elaborada.

Tabla 24

Comparación múltiple de tukey para la variable ceniza

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
T4	3	3.12333	A	
T1	3	3.09600	B	
T9	3	3.08633	B	C
T6	3	3.07100	C	D
T5	3	3.05400	D	
T7	3	3.02933	E	
T8	3	3.01667	E	
T2	3	3.00767	E	
T3	3	2.97633	F	

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Al analizar la tabla 24, se observó que el tratamiento con el promedio estadístico más alto en cuanto al contenido de cenizas fue el T4, que consiste en un 35% de puré de pituca (PP), un 64,40% de harina de quinua (HQ) y un 0,6% de harina de cúrcuma (HC). Este resultado sugirió que las concentraciones específicas de estos ingredientes utilizadas en el estudio fueron responsables de la obtención del mayor contenido de cenizas en la pasta elaborada. En contraste, el tratamiento T3, que incluye un 29,80% de puré de pituca, un 70% de harina de quinua y un 0,2% de harina de cúrcuma, presentó el valor mínimo de cenizas, como se detalla en el anexo 02. La investigación confirma que la inclusión de puré

de pituca y harina de quinua en la pasta contribuye significativamente al aumento de los valores de cenizas.

Figura 18

Gráfica de contorno para la variable ceniza de la pasta alimenticia nutritiva en estudio

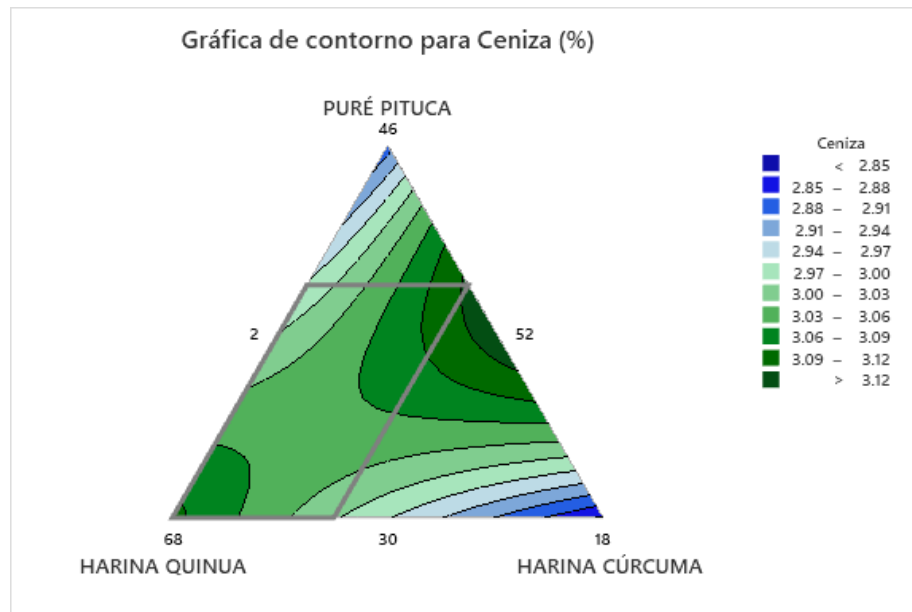
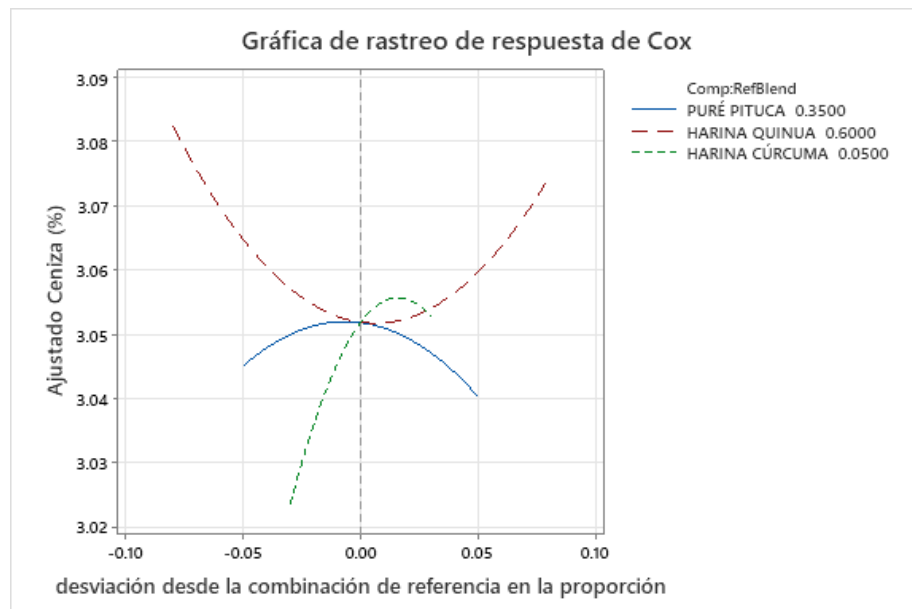


Figura 19

Gráfica de rastreo de respuesta para la variable ceniza de la pasta alimenticia en estudio



En las figuras 18 y 19 se evidencia que, a medida que se incrementa la proporción de harina de quinua (HQ) y harina de cúrcuma (HC), también se observa un aumento en los

valores de ceniza. Este fenómeno se explica por la significativa cantidad de cenizas que estos ingredientes aportan a la mezcla. En el presente estudio, los valores de ceniza de la pasta oscilaron entre 2,976% y 3,123%, como se detalla en la tabla del anexo 02. Espinoza et al. (2018) reportaron valores similares, alcanzando un 3% en fideos elaborados con harina de quinua y puré de espinaca. Por otro lado, Agama y Asencio (2023) encontraron valores inferiores, con un contenido de cenizas del 2,11% en fideos cuya formulación óptima incluía 44,18% de harina de trigo, 24,91% de harina de pituca y 24,91% de extracto de betarraga.

4.1.6 Evaluación estadística del contenido de carbohidratos de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.

En la tabla 25 se presenta los resultados del análisis ANOVA del estudio de carbohidratos de las pastas alimenticias nutritivas

Tabla 25

ANOVA para la variable carbohidratos de la pasta alimenticia en estudio

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	8	2.50193	0.312742	191.15	0.000
Bloque	2	0.01509	0.007544	4.61	0.026
Error	16	0.02618	0.001636		
Total	26	2.54320			

Nota: R-cuadrado=98.97%; S=0.0404489

Al analizar la tabla 25, se observó que existen diferencias significativas desde el punto de vista estadístico ($p < 0,05$) entre los diferentes tratamientos, lo que indica que al menos uno de ellos se distingue de los demás. Esto nos manifestó que la incorporación de harina de quinua (HQ), puré de pituca (PP) y harina de cúrcuma (HC) en la pasta elaborada influyó en la variación de los carbohidratos. Para identificar cuál de los tratamientos es diferente, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey. Los resultados de esta prueba,

relacionados con la variación de carbohidratos en la pasta sin gluten, se presentan en la tabla 26.

Tabla 26

Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable carbohidrato

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T2	3	72.5867	A
T7	3	72.3767	B
T3	3	72.3133	B
T8	3	72.1733	C
T5	3	72.0467	D
T9	3	72.0200	D
T4	3	71.8867	E
T6	3	71.8367	E
T1	3	71.5100	F

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Al analizar la tabla 26, se observó que el tratamiento que presentó el promedio más alto en cuanto al contenido de carbohidratos fué el T2. Este tratamiento consiste en la incorporación de un 35% de puré de pituca (PP), un 64,80% de harina de quinua (HQ) y un 0,2% de harina de cúrcuma (HC) en la pasta. Esta elección de proporciones permite alcanzar el mayor valor de carbohidratos en la pasta elaborada. En contraste, el tratamiento T1, que incluye un 29,40% de puré de pituca, un 70% de harina de quinua y un 0,6% de harina de cúrcuma, mostró el contenido mínimo de carbohidratos, como se detalla en el anexo 02. La investigación demuestra que la inclusión de puré de pituca y harina de quinua

en la formulación de la pasta tiene un impacto positivo en el incremento de los valores de carbohidratos.

Figura 20

Gráfica de contorno para la variable carbohidratos de la pasta alimenticia en estudio

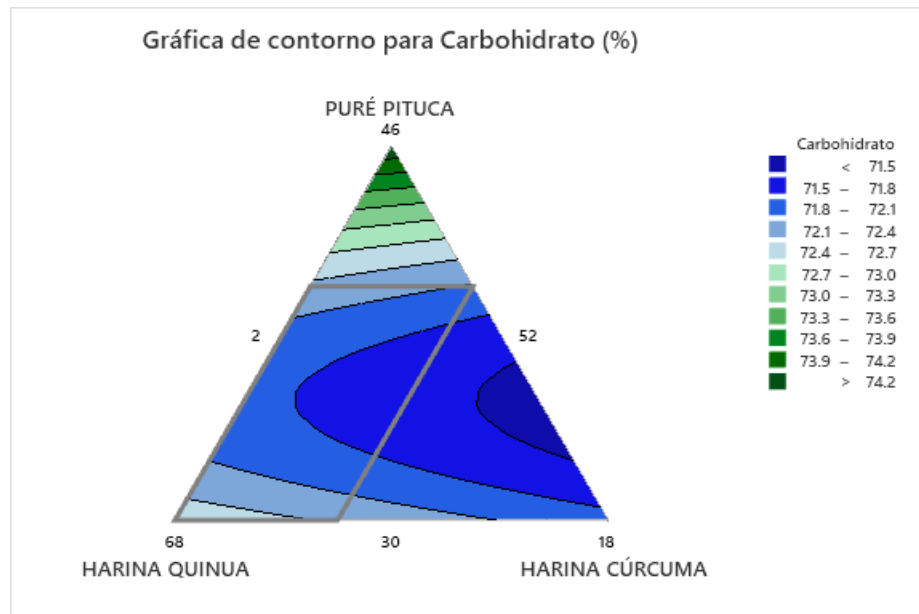
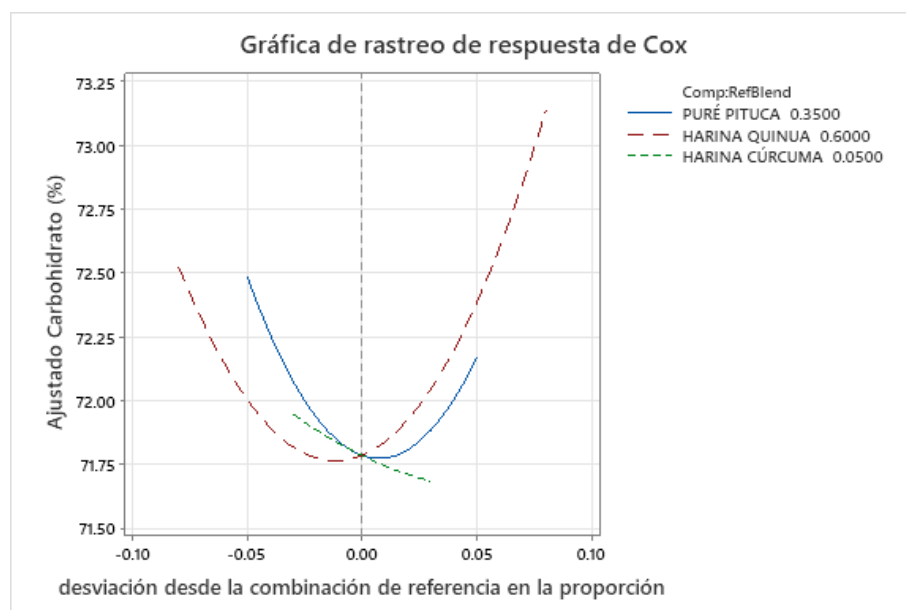


Figura 21

Gráfica de rastreo de respuesta para la variable carbohidrato de la pasta alimenticia en estudio



En las figuras 20 y 21 se evidencia que, a medida que se incrementa la proporción de harina de quinua (HQ) y puré de pituca (PP), también aumentan los niveles de carbohidratos. Este fenómeno se atribuye a la presencia de almidón en su composición. En este estudio, los contenidos de carbohidratos en la pasta elaborada oscilaron entre el 71,51% y el 72,59%, como se detalla en la tabla del anexo 02. En comparación, Espinoza et al. (2018) reportaron valores más bajos, alcanzando un 65,5% en fideos elaborados con harina de quinua y puré de espinaca. Por otro lado, Agama y Asencio (2023) encontraron un contenido de carbohidratos ligeramente superior, con un 73,1% en su formulación óptima de fideos, que incluía 44,18% de harina de trigo, 24,91% de harina de pituca y 24,91% de extracto de betarraga.

4.1.7 Evaluación estadística del contenido de acidez de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.

En la tabla 27 se presenta los resultados del análisis ANOVA del estudio de la acidez de las pastas alimenticias nutritivas.

Tabla 27

Cuadro ANOVA para la variable acidez de la pasta alimenticia en estudio

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	8	0.000458	0.000057	3.89	0.010
Bloque	2	0.000032	0.000016	1.10	0.358
Error	16	0.000235	0.000015		
Total	26	0.000725			

Nota: R-cuadrado=67.57%; S=0.0038330

Al analizar la tabla 27, se observó que existen diferencias significativas desde el punto de vista estadístico ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, lo que indica que al menos uno de ellos se distingue de los demás. Esto sugiere que la incorporación de harina de quinua (HQ), puré de pituca (PP) y harina de cúrcuma (HC) en la pasta elaborada ha influido en la variación de la acidez. Para identificar el tratamiento que presenta una diferencia notable, se

llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey. Los resultados de esta prueba se presentan en la tabla 28, donde se detalla la variación de acidez en la pasta elaborada.

Tabla 28

Comparación múltiple de tukey para la variable acidez

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
T8	3	0.170333	A	
T5	3	0.165667	A	B
T3	3	0.163000	A	B
T6	3	0.162538	A	B
T2	3	0.161667	A	B
T7	3	0.161667	A	B
T1	3	0.161333	A	B
T4	3	0.157667		B
T9	3	0.155000		B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Al analizar la tabla 28, se observó que el tratamiento T8 presentó el mejor promedio estadístico en cuanto al valor de acidez. Este tratamiento incluyó un 31,05% de puré de pituca (PP), un 68,65% de harina de quinua (HQ) y un 0,3% de harina de cúrcuma (HC). Los resultados indicaron que estas concentraciones de ingredientes utilizados en el estudio generaron mayor valor de acidez en la pasta elaborada. En contraste, el tratamiento T9, que consiste en un 33,65% de PP, un 65,85% de HQ y un 0,5% de HC, mostró el valor mínimo de acidez, como se detalla en el anexo 02. La investigación evidencia que la incorporación de puré de pituca y harina de cúrcuma en la pasta influye significativamente en los valores de acidez.

Figura 22

Gráfica de contorno para la variable acidez de la pasta alimenticia en estudio

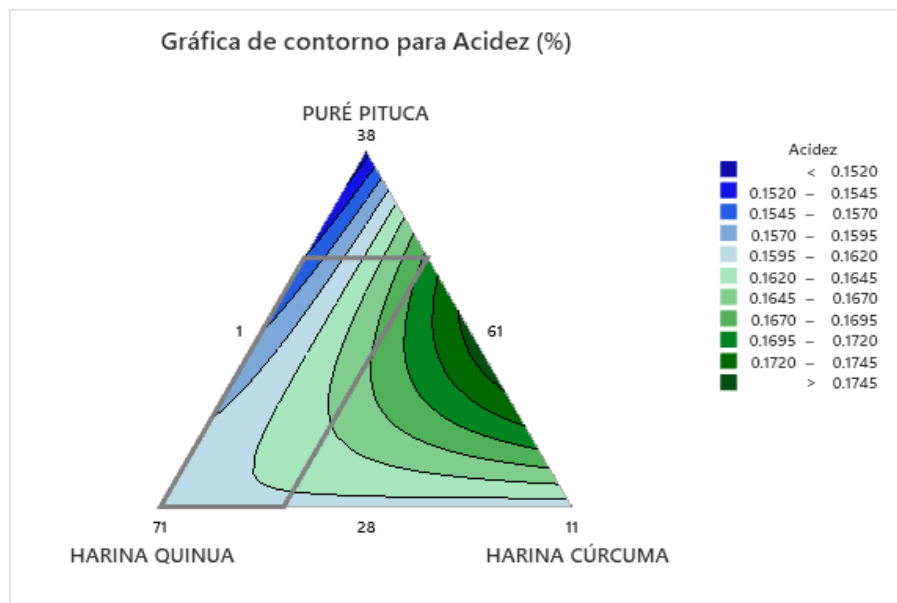
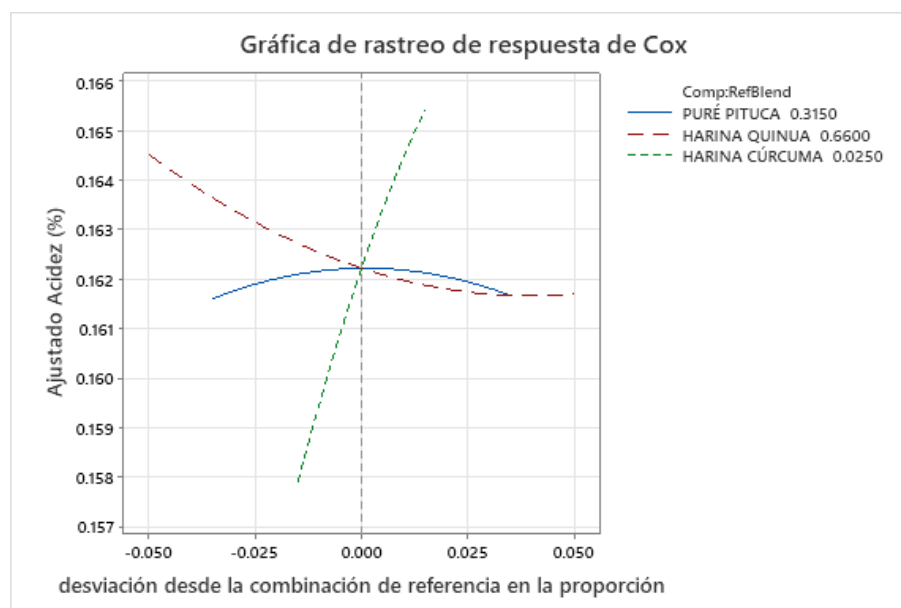


Figura 23

Gráfica de rastreo de respuesta para la variable acidez de la pasta alimenticia en estudio



Las figuras 22 y 23 nos ilustran que, a medida que se incrementó la adición de puré de pituca (PP) y harina de cúrcuma (HC), también se elevó el contenido de acidez titulable en la pasta elaborada. Según, la tabla del anexo 02, los valores de acidez de todas las formulaciones evaluadas en este estudio estuvieron por debajo de 0,46% (expresados en

ácido láctico), que es el límite máximo establecido por la NTP 206.010:2016, que regula las pastas o fideos destinados al consumo humano. En nuestra investigación, los valores de acidez de la pasta oscilaron entre 0,155% y 0,170%, como se detalla en la tabla del anexo 02. En comparación, Espinoza et al. (2018) reportaron valores ligeramente superiores (0,2%) en fideos elaborados con harina de quinua y puré de espinaca, mientras que Castaño et al. (2019) encontraron una acidez de 0,23% en pastas que contenían harina de plátano y yuca. Gonzales-Cervantes (2022) señaló que la acidez es un factor crucial para garantizar la inocuidad de las pastas, ayudando a prevenir enfermedades; se considera que valores de 0,4% o inferiores permiten obtener un producto seguro para el consumo humano. Además, Rosas et al. (2018) destacan que la acidez en las pastas se origina por la acción enzimática de los carbohidratos, que son el componente principal de las materias primas. Esta actividad enzimática se ve potenciada durante ciertas etapas del procesamiento, especialmente en el secado, donde un mayor contenido de humedad en la pasta facilita la acción enzimática, resultando en un aumento de la acidez.

4.1.8 Evaluación estadística del contenido de calcio de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.

En la tabla 29 se presenta los resultados del análisis ANOVA del estudio de calcio de las pastas alimenticias nutritivas.

Tabla 29

Cuadro ANOVA para la variable calcio de la pasta alimenticia en estudio

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	8	236.176	29.5220	20.96	0.000
Bloque	2	0.127	0.0633	0.04	0.956
Error	16	22.531	1.4082		
Total	26	258.834			

Nota: R-cuadrado=91.30%; S=1.18668

Al analizar la tabla 29, se observó que existen diferencias significativas desde el punto de vista estadístico ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, lo que indicó que al menos uno de los tratamientos se distingue de los demás. Esto sugirió que la incorporación de harina de quinua (HQ), puré de pituca (PP) y harina de cúrcuma (HC) en la pasta elaborada tuvo un impacto en los niveles de calcio. Para identificar qué tratamiento es el que presenta esta diferencia, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey. Los resultados de esta prueba se encuentran detallados en la tabla 30, donde se presenta la variación de calcio en la pasta elaborada.

Tabla 30

Tabla de comparación múltiple de tukey para la variable calcio

Tratamientos	N	Media	Agrupación		
T8	3	133.590	A		
T7	3	130.897	A	B	
T4	3	129.520	B		C
T9	3	128.860	B	C	D
T5	3	128.210	B	C	D
T1	3	127.483	B	C	D
T3	3	126.743	C		D
T6	3	125.587	D		E
T2	3	122.653	E		

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Al analizar la tabla 30, se observó que el tratamiento T8 presentó el promedio estadístico más alto en cuanto al contenido de calcio. Dicho tratamiento consiste en la incorporación de un 31,05% de puré de pituca (PP), un 68,65% de harina de quinua (HQ) y un 0,3% de harina de cúrcuma (HC) en la pasta. Los resultados indicaron que estas proporciones de los ingredientes empleados en el estudio permitieron alcanzar el mayor contenido de calcio en

En las figuras 24 y 25 se evidenció que, a medida se incrementa la proporción de puré de pituca (PP) y harina de quinua (HQ) en la pasta, también se elevó el contenido de calcio. En esta investigación, los niveles de calcio de la pasta oscilaron entre 122,65 y 133,59 mg/100 g, como se detalla en la tabla del anexo 02. En comparación, Espinoza et al. (2018) reportaron valores más altos, alcanzando hasta 450 mg/100 g en fideos elaborados con harina de quinua y puré de espinaca. La pituca se destaca por su riqueza en minerales, incluyendo fósforo y calcio, así como en vitaminas A y B. Según Morales (2012), su valor nutricional supera al de las raíces de yuca y batata. Por otro lado, Brkic et al. (2013) señalaron que la harina de quinua es una fuente importante de metionina y cistina, además de contener sales minerales como calcio, hierro y fósforo, así como diversas vitaminas.

4.1.9 Evaluación estadística del contenido de hierro de la pasta elaborada a partir de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma.

En la tabla 31 se presenta los resultados del análisis ANOVA del estudio de hierro de las pastas alimenticias nutritivas.

Tabla 31

Cuadro ANOVA para la variable hierro de la pasta alimenticia en estudio

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	8	11.6200	1.4525	14.22	0.000
Bloque	2	0.4173	0.2086	2.04	0.162
Error	16	1.6342	0.1021		
Total	26	13.6715			

Nota: R-cuadrado=88.05%; S=0.319591

Al analizar la tabla 31, se observó que existen diferencias significativas desde el punto de vista estadístico ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, lo que indicó que al menos uno de ellos se distingue de los demás. Esto sugiere que la incorporación de harina de quinua (HQ), puré de pituca (PP) y harina de cúrcuma (HC) en la elaboración de la pasta ha influido en los niveles de hierro. Para identificar cuál de los tratamientos es diferente, se llevó a

cabo la prueba de comparación de medias de Tukey. Los resultados de esta prueba se presentan en la tabla 32, donde se detalla la variación del contenido de hierro en la pasta elaborada.

Tabla 32

Tabla de comparación múltiple de tukey para la variable hierro

Tratamientos	N	Media	Agrupación			
T8	3	17.6133	A			
T1	3	17.5167	A	B		
T9	3	17.1333	A	B	C	
T6	3	17.1000	A	B	C	D
T5	3	16.6667		B	C	D E
T7	3	16.2833			C	D E
T4	3	16.1967				D E
T2	3	15.8500				E
T3	3	15.7633				E

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tras analizar la tabla 32, se observó que el tratamiento T8, que incluye un 31,05% de puré de pituca (PP), un 68,65% de harina de quinua (HQ) y un 0,3% de harina de cúrcuma (HC), presentó el promedio estadístico más alto en cuanto al contenido de hierro. Este hallazgo se basa en que, con las concentraciones de los ingredientes utilizadas en este estudio, se logra el mayor valor de hierro en la pasta elaborada. En contraste, el tratamiento T3, que consiste en un 29,80% de puré de pituca, un 70% de harina de quinua y un 0,2% de harina de cúrcuma, mostró el contenido mínimo de hierro, como se detalla en el anexo 02. La incorporación de puré de pituca y harina de quinua en la pasta ha demostrado tener un impacto significativo en los niveles de hierro, lo que se corroboró a lo largo de esta investigación.

Figura 26

Gráfica de contorno para la variable hierro de la pasta alimenticia en estudio

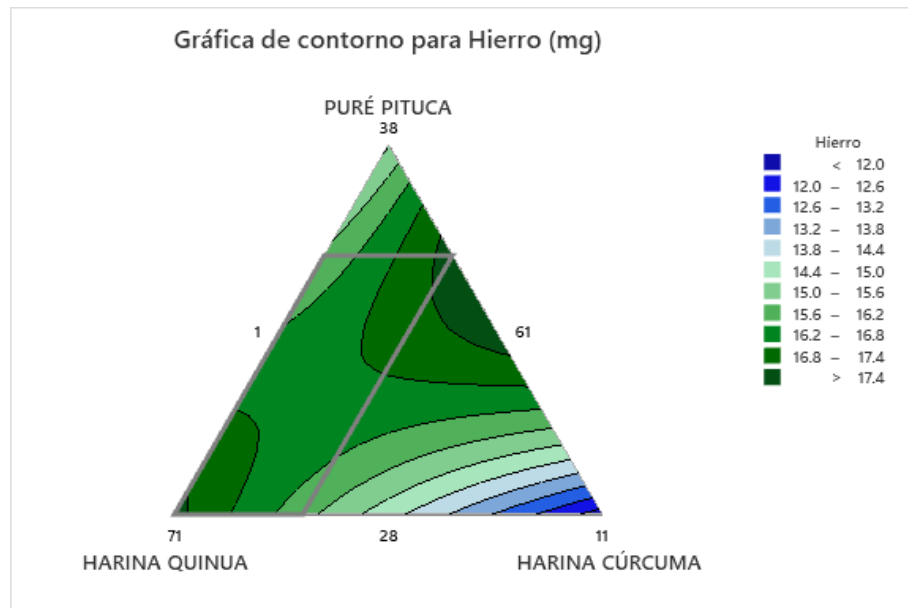
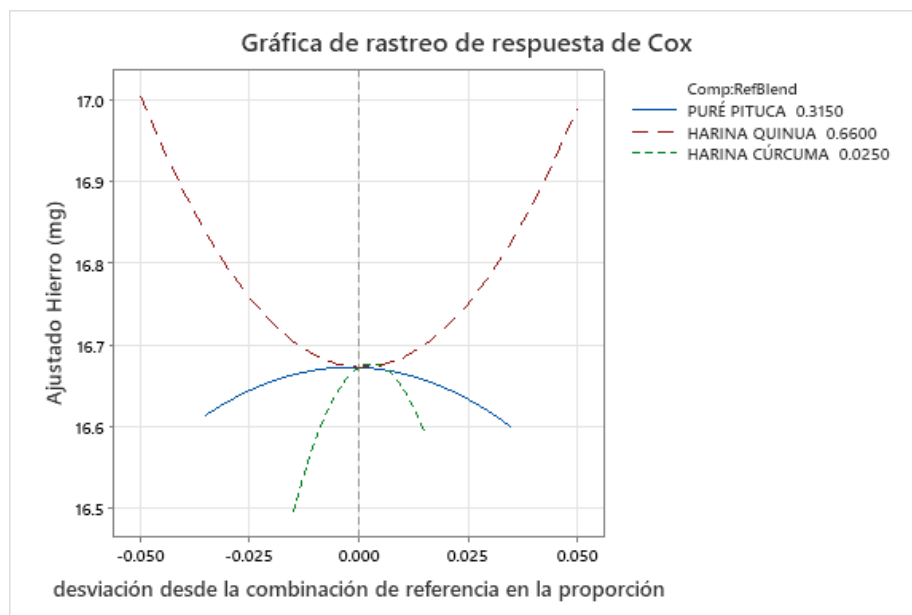


Figura 27

Gráfica de rastreo de respuesta para la variable hierro de la pasta alimenticia en estudio



En las figuras 26 y 27 se evidenció que al incrementar la proporción de puré de pituca (PP) y harina de quinua (HQ) está asociado con un aumento en el contenido de hierro de la pasta elaborada. Según los datos presentados en la tabla del anexo 02, los niveles de hierro en la pasta de este estudio oscilaron entre 15,76 y 17,61 mg/100 g. Estos valores son

significativamente más altos que los reportados por Espinoza et al. (2018), quienes encontraron solo 0,13 mg/100 g en fideos elaborados con harina de quinua y puré de espinaca. Por otro lado, Morales (2011) documentó valores aún más elevados, alcanzando los 53 mg/100 g en pastas fritas enriquecidas con harina de quinua y espinacas.

4.2 Resultados de la comparación nutricional

Se evaluó una comparación nutricional de los resultados proximales del trabajo en estudio, del tratamiento con mayor aceptación sensorial por los panelistas y la muestra tallarín de casa “bella abanquina” (véase en el anexo 03), de acuerdo en la tabla 33.

Tabla 33

Resultados de la comparación nutricional

Valor nutricional	Pasta alimenticia con mayor aceptación sensorial	Tallarín de casa “Bella Abanquina”
Grasa %	2,24	2,31
Proteína %	9,14	11,38
Carbohidratos %	72,17	68,86
Hierro (mg/100)	127,48	61,98
Calcio (mg/100)	16,20	6,76

Nota: Comparación nutricional entre tallarín “bella abanquina” y la pasta en estudio.

Al analizar la tabla 33, se observó que la pasta alimenticia elaborada con puré de pituca (PP), harina de quinua (HQ) y harina de cúrcuma (HC) exhiben las propiedades nutricionales superiores, destacándose por su contenido de carbohidratos (72,17%), hierro (127,48 mg) y calcio (16,20 mg), además presentó un bajo nivel de grasa, que fue de solo 2,24%. Por otro lado, el tallarín “bella abanquina” se distinguió por su alto contenido proteico (11,38%), lo cual se atribuye a su formulación a base de harina de trigo especialmente diseñada para la producción de pastas y con el agregado de huevo.

4.3 Resultados del análisis microbiológico

Los resultados del análisis sensorial indican que la formulación que mejor aceptación tuvo fue el tratamiento T8, que consistió en la incorporación de un 31,05% de puré de pituca (PP), un 68,65% de harina de quinua (HQ) y un 0,3% de harina de cúrcuma (HC). Esta muestra fue enviada al laboratorio BIOTEKNIA, especializado en análisis de alimentos y bebidas. Según el informe de ensayo N° 092-2024, fechado en Ayacucho el 22 de julio de 2024 (consultar anexo 04), los resultados obtenidos se detallan en la tabla 34.

Tabla 34

Resultados del análisis microbiológico de la pasta alimenticia estudiado

N°	Ensayo	Resultado	Limite por g/ml	
			m	M
01	Mohos (UFC/g)	< 10	102	103
02	Coliformes (NMP/g)	3	10	102
03	Salmonella (por 25g)	Ausencia	Ausencia/25g	---

Nota: Resultados del ensayo de laboratorio del análisis microbiológico por BIOTEKNIA

Métodos de ensayo. – FAO (1981). Manuales para el control de calidad de los alimentos.4. Análisis microbiológico.

El laboratorio BIOTEKNIA (Análisis de alimentos y bebidas) garantizó que la muestra de pasta alimenticia analizada, SÍ CUMPLE con los requisitos microbiológicos establecidos en la Resolución Ministerial 591-2008/MINSA, exigidas por la NTP N° 206,010:2016. Por lo cual lo hace apto para el consumo humano.

4.4 Resultados de la aceptación sensorial de la pasta alimenticia a base de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma

Los resultados de los puntajes y promedios derivados de la evaluación sensorial de la pasta alimenticia elaborada con puré de pituca (PP), harina de quinua (HQ) y harina de cúrcuma (HC) se presentan conforme a lo establecido en el estudio (consulte los anexos 06, 07, 08,

09 y 10). La evaluación sensorial realizado para los diferentes tratamientos mostró un comportamiento destacado en los atributos evaluados, donde el tratamiento 08 se distingue por presentar diferencias significativas en los cuatro atributos en comparación con los demás tratamientos. Los puntajes obtenidos fueron favorables en cuanto a los atributos de olor, sabor y textura.

4.4.1 Evaluación sensorial de la aceptación para el atributo color

Tabla 35

Cuadro Análisis de varianza para el atributo color

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	8	264.92	33.1148	26.82	0.000
Bloque	29	22.69	0.7822	0.63	0.929
Error	232	286.41	1.2345		
Total	269	574.02			

Nota: R-cuadrado=50,10%; S=1,11110

Al analizar la tabla 35, se concluye que el ANOVA para el atributo color revela diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$). Los promedios asignados por los jueces, utilizando la escala hedónica, varían desde T9 (2,73) hasta T1 (5,60), como se detalla en la tabla del anexo 10. Para identificar qué tratamiento se diferencia de los demás, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey. Además, se observó que el ajuste del diseño propuesto alcanzó un 50%, lo que confirma la adecuación del modelo estadístico aplicado al atributo color. La tabla 36 presenta los resultados de la prueba de Tukey para el atributo color de la pasta elaborada según el diseño establecido.

Tabla 36*Comparación múltiple de tukey para el atributo color*

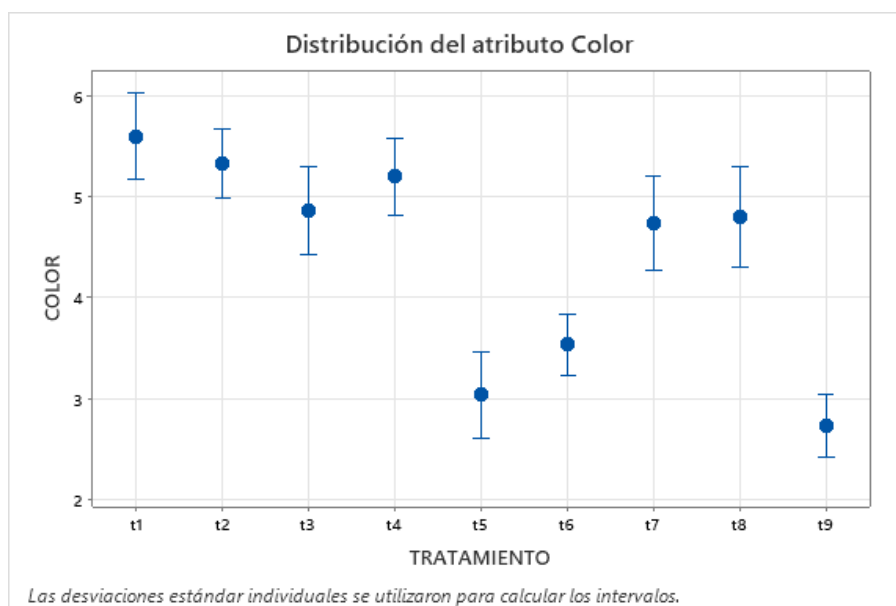
Tratamiento	N	Media	Agrupación
t1	30	5.60000	A
t2	30	5.33333	A
t4	30	5.20000	A
t3	30	4.86667	A
t8	30	4.80000	A
t7	30	4.73333	A
t6	30	3.53333	B
t5	30	3.03333	B
t9	30	2.73333	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

De acuerdo con la información presentada en la tabla 36, observamos que el tratamiento más destacado en términos de promedio estadístico para el atributo color, según la evaluación de los panelistas, fue el T1. Este tratamiento consistió en la incorporación de un 29,40% de puré de pituca (PP), un 70% de harina de quinua (HQ) y un 0,6% de harina de cúrcuma (HC) en la pasta. La elección de estas concentraciones de harinas tuvo un impacto positivo en el atributo color, siendo el tratamiento T9 el que obtuvo el valor más bajo (33,65% PP, 65,85% HQ y 0,5% HC), como se detalla en la tabla del anexo 10. La inclusión de harinas no convencionales y puré de pituca en la pasta influyó en la variación del atributo color, resultando en puntajes más bajos, lo cual se ha evidenciado en este estudio.

Figura 28

Gráfica de distribución para el atributo color de la pasta alimenticia en estudio



La figura 28 ilustra la distribución de los promedios de puntajes asignados al atributo color. Se observó que, a medida que se incrementa la proporción de harina de quinua y puré de pituca en la pasta, también aumenta la calificación del color por parte de los jueces. Esto evidencia que la incorporación de estos ingredientes tiene un impacto significativo en la variación del color de la pasta.

4.4.2 Aceptación estadística del atributo olor

Tabla 37

Cuadro Análisis de varianza para el atributo olor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	8	425.21	53.1509	83.62	0.000
Bloque	29	21.94	0.7566	1.19	0.239
Error	232	147.46	0.6356		
Total	269	594.61			

Nota: R-cuadrado=75,20%; S=0,797245

Al analizar la tabla 37, se observa que el ANOVA para el atributo olor indica diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$). Los puntajes promedio

otorgados por los jueces en la escala hedónica para este atributo variaron desde T5 (2,13) hasta T8 (6,03), como se detalla en la tabla del anexo 10. Para identificar qué tratamiento se diferenciaba de los demás, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey. El ajuste del diseño propuesto fue superior al 50%, alcanzando un valor del 75,20%, lo que confirma la adecuada adecuación del modelo estadístico para el atributo olor. Los resultados de la prueba de Tukey para el atributo olor de la pasta elaborada según el diseño planteado se presentan en la tabla 38.

Tabla 38

Comparación múltiple de tukey para el atributo olor

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
t8	30	6.03333	A	
t7	30	5.83333	A	
t3	30	5.16667	B	
t2	30	4.90000	B	
t4	30	4.63333	B	
t1	30	3.80000	C	
t6	30	3.46667	C	D
t9	30	2.90000	D	
t5	30	2.13333	E	

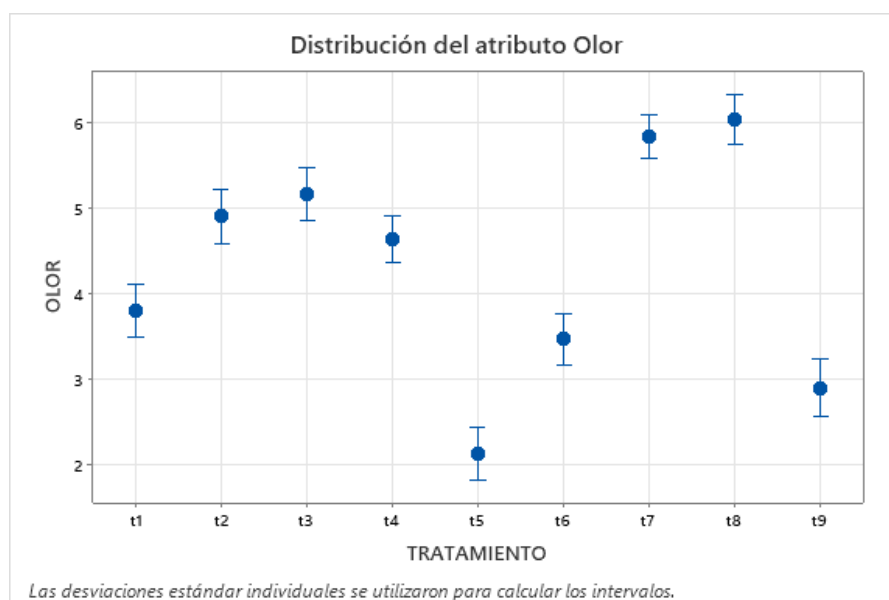
Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

A partir de los datos obtenidos en la tabla 38, se pudo observar que el tratamiento que obtuvo el mejor promedio de aceptación en el atributo olor, según la evaluación de los panelistas, fue el T8. Dicho tratamiento consistió en la incorporación de un 31,05% de puré de pituca (PP), un 68,65% de harina de quinua (HQ) y un 0,3% de harina de cúrcuma (HC) en la pasta. Esta superioridad se atribuye a las concentraciones variables de las harinas utilizadas, que influyeron positivamente en el atributo olor, siendo el tratamiento T5 (que contenía un 32,30% de PP, un 67,30% de HQ y un 0,4% de HC) el que presentó el valor más bajo. Además, se evidenció que la inclusión de harinas de quinua y puré de pituca

también impactó favorablemente en la variación del atributo color de la pasta, otorgándole puntajes más altos, lo cual fue corroborado en este estudio.

Figura 29

Gráfica de distribución para el atributo olor de la pasta alimenticia en estudio



La figura 29 ilustra la distribución de los promedios de puntajes asignados al atributo olor. Se observó que, a medida que se incrementa la cantidad de harina de quinua y puré de pituca, también aumenta la puntuación del olor de la pasta otorgada por los jueces. Esto evidencia que la incorporación de estos ingredientes tiene un impacto significativo en la variación del atributo olor.

4.4.3 Aceptación estadística del atributo sabor

Tabla 39

Cuadro Análisis de varianza para el atributo sabor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	8	399.45	49.9315	79.29	0.000
Bloque	29	15.76	0.5436	0.86	0.672
Error	232	146.10	0.6298		
Total	269	561.32			

Nota: R-cuadrado=73,97%; S=793573

Al analizar la tabla 39, se observó que el ANOVA correspondiente al atributo sabor indicó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$). Los promedios asignados por los jueces en la escala hedónica para el atributo sabor variaron entre T5 (2,10) y T8 (6,07). Para identificar qué tratamiento se diferenció de los demás, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey. El ajuste del diseño propuesto superó el 50%, alcanzando un valor del 73,97%, lo que respalda la adecuada adecuación del modelo estadístico para evaluar el atributo sabor. Los resultados de la prueba de Tukey para este atributo se presentan en la tabla 40, que corresponde a la pasta elaborada según el diseño propuesto.

Tabla 40

Comparación múltiple de tukey para el atributo sabor

Tratamiento	N	Media	Agrupación
t8	30	6.06667	A
t2	30	5.26667	B
t3	30	5.20000	B
t7	30	5.10000	B
t4	30	4.70000	B
t1	30	3.96667	C
t6	30	3.80000	C
t9	30	2.73333	D
t5	30	2.10000	D

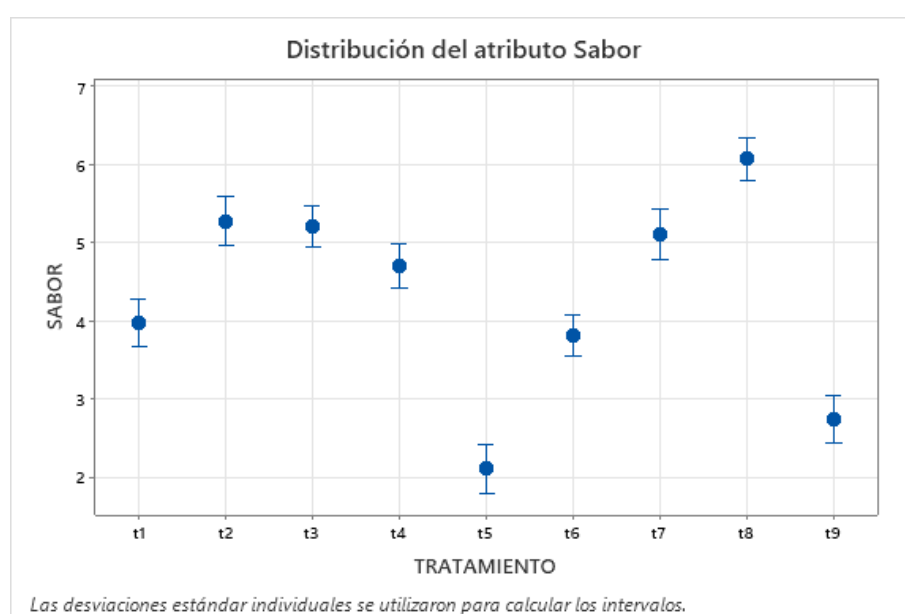
Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Según los datos presentados en la tabla 40, observamos que el tratamiento T8, que incluye un 31,05% de puré de pituca (PP), un 68,65% de harina de quinua (HQ) y un 0,3% de harina de cúrcuma (HC), obtuvo el promedio más alto en la evaluación del atributo sabor por

parte de los panelistas. Este resultado se atribuye a las concentraciones específicas de las harinas utilizadas en la elaboración de la pasta, que impactaron positivamente en el sabor. En contraste, el tratamiento T5, que consistió en un 32,30% de PP, un 67,30% de HQ y un 0,4% de HC, presentó el puntaje más bajo, como se detalla en la tabla del anexo 10. La incorporación de harina de quinua y puré de pituca demostró ser fundamental para la variación en el atributo sabor de la pasta, otorgando puntuaciones más elevadas, lo cual fue corroborado en el presente estudio.

Figura 30

Gráfica de distribución para el atributo sabor de la pasta alimenticia en estudio



La figura 30 ilustra la distribución de los promedios de puntajes asignados al atributo sabor. Se observa que, a medida que se incrementa la proporción de harina de quinua y puré de pituca en la pasta, también aumenta la calificación del sabor otorgada por los jueces. Esto evidencia que la incorporación de estos ingredientes tiene un impacto significativo en la variación del sabor de la pasta alimenticia.

4.4.4 Evaluación estadística del atributo textura

Tabla 41

Cuadro Análisis de varianza para el atributo textura

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	8	403.39	50.4231	53.29	0.000
Bloque	29	27.00	0.9309	0.98	0.494
Error	232	219.50	0.9461		
Total	269	649.89			

Nota: R-cuadrado=66,22%; S=0,972696

Al analizar la tabla 41, se observó que el ANOVA para el atributo textura indicó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$). Los promedios asignados por los jueces en la escala hedónica para este atributo variaron desde T5 (2,10) hasta T8 (5,97). Para identificar qué tratamiento se diferenciaba de los demás, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey. Además, el ajuste del diseño propuesto superó el 50%, alcanzando un valor del 66,22%, lo que confirma la adecuación del modelo estadístico para evaluar el atributo textura. Los resultados de la prueba de Tukey para la textura de la pasta elaborada según el diseño propuesto se presentan en la tabla 42.

Tabla 42

Comparación múltiple de tukey para el atributo textura

Tratamiento	N	Media	Agrupación
t8	30	5.90000	A
t4	30	5.43333	A B
t2	30	5.13333	A B
t7	30	5.06667	B
t3	30	4.90000	B
t1	30	3.90000	C
t6	30	3.30000	C D
t9	30	2.90000	D
t5	30	2.10000	E

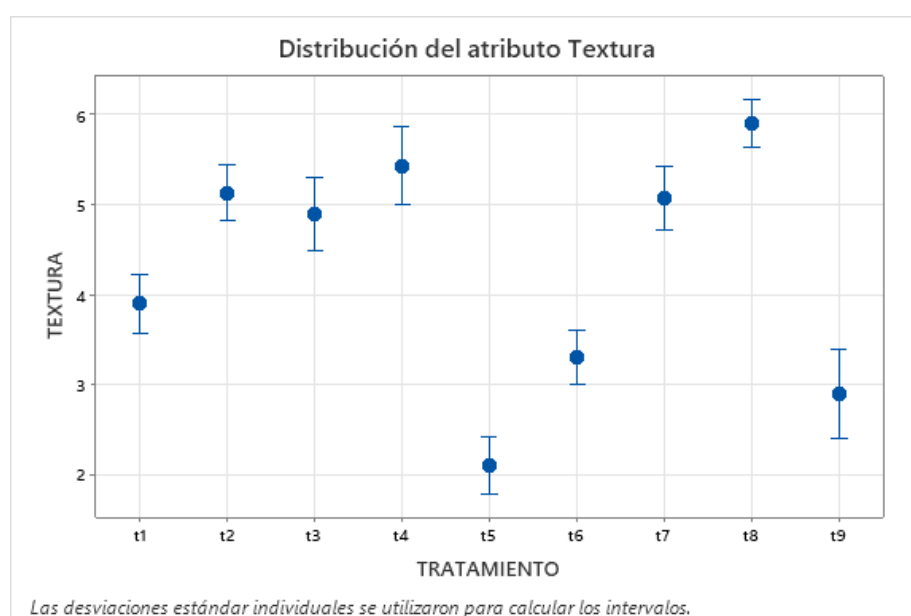
Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

De acuerdo con los datos presentados en la tabla 42, se observó que el tratamiento T8, que incluye un 31,05% de puré de pituca (PP), un 68,65% de harina de quinua (HQ) y un 0,3%

de harina de cúrcuma (HC), obtuvo el promedio más alto en la evaluación del atributo textura por parte de los panelistas. Este resultado se atribuye a las concentraciones específicas de las harinas utilizadas, las cuales influyeron positivamente en la textura de la pasta. En contraste, el tratamiento T5, que consistió en un 32,30% de PP, un 67,30% de HQ y un 0,4% de HC, presentó el valor más bajo en este atributo, como se detalla en la tabla del anexo 10. La incorporación de harina de quinua y puré de pituca demostró ser determinante en la mejora de la textura de la pasta, lo cual se evidenció a lo largo de este estudio.

Figura 31

Gráfica de distribución para el atributo textura de la pasta alimenticia en estudio



La distribución de los puntajes promedio obtenidos para el atributo textura, ilustrada en la figura 31, reveló que a medida que se incrementa la proporción de harina de quinua y puré de pituca en la pasta, también se eleva la puntuación de textura otorgada por los jueces. Esto evidenció que la inclusión de estos ingredientes tiene un impacto positivo en la variación de la textura. En el presente estudio, se empleó un formato sensorial con una escala hedónica de 7 puntos. De manera similar, Pinares (2019) utilizó esta misma escala para evaluar la aceptabilidad sensorial de pasta elaborada con tarwi y cáscara de huevo en

polvo, aplicando un diseño de bloques completamente al azar con un diseño factorial de dos vías (AxB) y la comparación de medias de Tukey. Según Flores et al. (2017), la clasificación de la pasta se basó en características sensoriales como el color y la apariencia. El color final de la pasta se ve afectado por diversas propiedades físicas de los ingredientes utilizados, incluyendo el tipo de harina, el método de molienda y la concentración de los componentes. Desde una perspectiva organoléptica, la pasta debe presentar una consistencia firme, ser lo suficientemente resistente para mantener su forma durante el envasado y transporte, y estar libre de grietas, burbujas o manchas. En caso de fractura, deben aparecer grietas, y la superficie debe ser vidriosa y uniforme. La sustitución de harina de trigo por otros tipos de harina, junto con una reducción en el contenido de gluten, puede comprometer la calidad sensorial de la pasta (Granito y Ascanio, 2009). Badui (2012) destacó que tanto la amilosa como la amilopectina influyen significativamente en las propiedades sensoriales y reológicas de los alimentos, principalmente a través de su capacidad para hidratarse y gelificarse. Al analizar las calificaciones sensoriales promedio de la pasta elaborada según el diseño propuesto, presentadas en el Apéndice 10, se observa que el tratamiento T8 recibió las puntuaciones más altas en aroma (6,03), sabor (6,07) y consistencia (5,97). En cuanto al color, el tratamiento T1 obtuvo una puntuación de 5,60. Las calificaciones del tratamiento T8 indicaron que el producto fue percibido como “Me gusta mucho”, lo que lo posiciona como sensorialmente aceptable. Aunque el tratamiento T8 recibió una calificación de 4,80 en el atributo color, lo que sugiere que fue aceptado por los jueces en este aspecto, se concluye que, en términos generales, la pasta se encuentra dentro del rango aceptable. A partir del análisis estadístico realizado, se puede concluir que la pasta sin gluten elaborada en este estudio es aceptable para los consumidores, respaldada por las evaluaciones sensoriales obtenidas. Además, los valores fisicoquímicos determinados, como humedad, grasa, proteína, fibra cruda, carbohidratos, cenizas, calcio y hierro, clasifican la pasta cocida como apta, con alto valor nutricional y beneficiosa para la salud, dado que se utilizó harina de trigo sin gluten como materia prima en su formulación.

CONCLUSIONES

- ✓ La formulación óptima para la pasta alimenticia se estableció con los siguientes parámetros: puré de pituca en un rango de 28% a 35%, harina de quinua entre 60% y 70%, y harina de cúrcuma de 0,2% a 0,6%.
- ✓ El análisis proximal para los nueve tratamientos de la pasta alimenticia tuvo influencia significativa ($p < 0,05$) y los resultados sensoriales mostraron que el tratamiento T8 fue el más aceptable, presentando los siguientes resultados fisicoquímicos: humedad (10,73%), grasa (2,24%), proteína (9,40%), fibra bruta (2,87%), ceniza (3,017%), carbohidratos (72,17), acidez (0,170%), calcio (133,59mg) y hierro (17,61mg), cuando se utilizó 31,05% puré de pituca, 68,65% harina de quinua y 0,30% harina de cúrcuma.
- ✓ En la comparación nutricional el tallarín “bella abanquina”, presenta los siguientes resultados en valores nutricionales: humedad 11,63%, grasa 2,31%, proteína 11,38%, carbohidrato 68,86%, hierro 61,98mg y calcio 6,76mg. mientras para la pasta alimenticia en estudio tiene los siguientes valores nutricionales: humedad 10,73%, grasa 2,24%, proteína 9,14%, carbohidrato 72,17%, hierro 127,48mg y calcio 16,20mg.
- ✓ El laboratorio BIOTEKNIA reportó que el tratamiento óptimo cumple con los requisitos establecidos en la resolución ministerial 591-2008/MINSA, lo que lo hace apto para el consumo humano. Los resultados de las pruebas son los siguientes: menos de 10 unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) de mohos, 3 números más probable por gramo (NMP/g) de coliformes, y la ausencia de Salmonella.
- ✓ Los cuatro atributos evaluados sensorialmente por los panelistas de la pasta alimenticia sin gluten, se obtuvo los siguientes valores: color (5,60), olor (6,03), sabor (6,07) y textura (5,97) cuando se utilizó 29,40% puré de pituca, 70,00% harina de quinua y 0,60% harina de cúrcuma para el atributo color, mientras para los

atributos olor, sabor y textura cuando se utilizó 31,05% puré de pituca, 68,65% harina de quinua y 0,30% harina de cúrcuma, valores que según la escala hedónica de este trabajo de investigación corresponde entre “me gusta poco” y “me gusta mucho”.

- ✓ Los panelistas evaluaron los atributos de la pasta alimenticia elaborada con puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma, y los resultados indicaron una alta aceptabilidad sensorial, clasificándola en la escala hedónica como "me gusta mucho". Además, los análisis fisicoquímicos realizados respaldan su valor nutricional, lo que la hace adecuada para el consumo de toda la población.

RECOMENDACIONES

- Emplear la formulación obtenida en el presente trabajo de investigación en la elaboración de pastas largas y cortas a nivel industrial, evaluando su comportamiento como una alternativa de alimentación en nuestra dieta diaria.
- Se recomienda ampliar los estudios, empleando la *Colacacia escolenta* (pituca) en la mejora de la elasticidad durante el amasado y laminado, ya que posee una gran cantidad de almidón.
- Se recomienda utilizar otros recursos alimenticios existentes en el Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro VRAEM como: sachapapa, papa aérea, huitina, pan de árbol, yuca, banano entre otros, en la formulación de una pasta alimenticia nutritiva y de buena aceptación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, J. S. (2012). *Evolución de la desnutrición crónica en menores de cinco años en el Perú*. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8915636>
- Agama Minaya, A. C., & Asencio López, Y. (2023). *Elaboración de fideos a partir de harina de trigo y harina de pituca fortificada con extracto de betarraga* [Tesis pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/8073>
- Agnesi, E. (1996). *The History of Pasta*. (J. E. Kruger, M. R. B., & D. J. W, Edits.) Pasta and Noodle Technology, St. Paul, Minn. : American Association of Cereal Chemists.
- Agua Vera, K. A. (2020). *Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo (Genus triticum) por harina de camote (Ipomoea batatas) y extracto de zanahoria (Daucus carota)* [Tesis Pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio institucional. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AGUA%20VERA%20KATHERINE%20ABIGAIL.pdf>
- Aguilar, I. (2017). *Optimización del proceso de secado en pastas alimenticias* [Tesis pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio institucional. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28690>.
- Angamarca Sarmiento, L. M. (2013). *Evaluación de diferentes niveles de almidón de dos tubérculos amazónicos Manihot esculenta y Colocasia esculenta en la elaboración de manjar de leche* [Tesis Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3006>
- Aranda Saldaña, M. D., Kevin Silva, E., Olmos Cornejo, J. E., & Orozco López, C. L. (2020). Procesos verdes en foodómica: biorrefinerías en la industria alimentaria. *Elsevier*. doi:10.1016/B978-0-08-100596-5.22821-7
- Atef A, A.-Z., El-Faham, S. Y., & Wafaa, H. E. (2014). Use of quinoa meal to produce bakery products to celiac and autism stuffs. *International Journal of Science and Research*, 3(9), 1344-1354. <https://www.ijsr.net/getabstract.php?paperid=SEP14225>
- Badui-Dergal, S. (2006). *Química de alimentos*. México: Alhambra Mexicana.
- Beltrán, A., & Seinfeld, J. (2009). *Desnutrición Crónica Infantil en el Perú: Un problema persistente*. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico. Obtenido de https://srvnetappseg.up.edu.pe/siswebciup/Files/DD0914%20-%20Beltran_Seinfeld.pdf

- Benavides, A., Hernández, R. E., & Ramirez, H. y. (2010). *Tratado de Botánica Económica Moderna* (1 ed.). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. https://www.researchgate.net/publication/303989976_Tratado_de_Botanica_Economica_Moderna
- Brkic, M., & García Rosolen, A. (2013). “*Un cultivo ancestral para apuntalar el futuro*” - *Características y perfil productivo de un cultivo andino (Quinua)*”. Revista Alimentos Argentinos. http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/pdfs/57/57_04_QUINOA
- Canturín Ríos, D. R. (2018). “*El marketing digital y la satisfacción del cliente en restaurantes fastfood en Carmen de la Legua, 2018*” [Tesis pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/23234>
- Castañero-Carvajal, M. F., Correa-Giraldo, D., & Agudelo-Laverde, L. M. (2019). Físicoquímicas, Elaboración de productos tipo tallarín libres de gluten y evaluación de sus propiedades. *Revista U.D.C.A Actualidad & Amp; Divulgación Científica*, 22(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1194>
- Céspedes Gregorio, S. D. (2018). *Gestión de calidad en las líneas de pastas, productos instantáneos y quinua en la empresa Alicorp SAA controles microbiológicos, físicoquímicos y de inocuidad*. [Monografía pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3206>
- Condori Gonzales, E. A. (2022). *Efecto de la harina de moringa (Moringa oleifera) y jarabe de agave (Agave americana L.) en las características físicas y sensoriales de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) expandida* [Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2a5a02de-8238-4ad4-8fed-51c9b7f9697e/content>
- Cosquillo Rafael, M. F., Placencia Medina, M. D., Retuerto-Figueroa, M. G., Gorriti Gutierrez, A. R., & Tarazona Huamaní, J. P. (2018). Caracterización físico-química y capacidad antioxidante de extractos del rizoma de *Cúrcuma longa* L. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 3(4), 160-6. <https://rpmi.pe/index.php/rpmi/article/view/519/525>
- Crisostomo Quispe, N. (2023). *Evaluación de pastas alimenticias a base de puré de papa nativa (Solanum tuberosum) variedad puca soncco y harina de quinua (Chenopodium quinoa) como sustituto de la harina de trigo*. [Tesis pregrado,

UNSCH] Repositorio institucional.
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5514>

De la Fuente Salcido, N. M., & Barboza Corona, J. E. (2010). Inocuidad y bioconservación de alimentos. *Acta Universitaria*, 20(1), 43–52. <https://doi.org/10.15174/au.2010.76>

De Los Angeles Rosales, A. (2016). *Obtención de biopolímero plástico a partir del almidón de malanga (Colocasia esculenta), por el método de olimerización por condensación en el laboratorio 110 de la UNAN-Managua, Mayo–Abril 2016* [Tesis Licenciada, UNAN-Managua]. Repositorio institucional.
<http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/2687>

Díaz V., R. (2010). “*Análisis económico de la ingesta de alimentos en el Perú*”. Instituto de Estudios Peruanos. <https://cies.org.pe/wp-content/uploads/2016/07/analisis-economico-de-la-ingesta-de-alimentos-en-el-peru.pdf>

Ec, R. (19 de abril de 2021). INEI: el 12,1% de niños menores de 5 años a nivel nacional sufrió desnutrición crónica en el 2020. *El Comercio Perú*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/peru/inei-el-121-de-ninos-menores-de-5-anos-a-nivel-nacional-sufrio-desnutricion-cronica-en-el-2020-nnpp-noticia/>

Egas, L., Villacrés, E., Salazar, D., Peralta, E., & Ruilova, M. (2010). Elaboración de un Cereal para Desayuno con Base a Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Expandida. *Revista Tecnológica ESPOL – RTE*, XXIII(2), 9-15. https://www.researchgate.net/publication/279642105_Elaboracion_de_un_Cereal_para_Desayuno_con_Base_a_Quinoa_Chenopodium_quinoa_Willd_Expandida

Elizalde, A. D. (2010). *elaboracion de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinoa (Chenopodium quinoa wild.) y zanahoria (Daucos carota). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA, Vol. 8, Nº. 1, 43-53.* <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117906>

Escalante, J. L. (08 de Julio de 2019). Pasta: propiedades, beneficios y valor nutricional. *La Vanguardia*. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20190101/453826932338/pasta-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>

Esparza Zelada, I. N. (2021). *CÚRCUMA (Curcuma longa): UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL PROCESAMIENTO, PROPIEDADES FUNCIONALES Y CAPACIDAD ANTIMICROBIANA* [Tesis Magister, Universidad De Chile]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181556>

- Espinoza Bardales, Y., Gamarra Ramírez, N. E., & Tarazona Minaya, R. E. (2018). Sustitución de la Harina de Trigo por Harina de Quinoa y Puré de Espinaca en la Elaboración de una Pasta Enriquecida y Fortificada. *TAYACAJA*, 1(1). doi:<https://doi.org/10.46908/rict.v1i1.5>
- FAO. (2011). *La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/aq287s/aq287s.pdf>
- FAO. (2013). Valor nutricional de la quinoa. Obtenido de <https://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/es/>
- Figuerola, F., Hurtado, M., & Estevez, A. (2005). Fibre concentrates from Apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91(1), 395-401. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.036>
- Flores, E., Ortega, L., & Rincones, E. (2017). Evaluación Nutricional y Sensorial de Pastas Alimenticias Elaboradas con Semola de Trigo (*triticum durum*) y Harina de Ahuyama (*cucurbita máxima duch*). *Alimentos Hoy. Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 25(42), 3-17. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/455>
- Flores, M. V., Vera, N. G., Lira, A. Q., & Martini, J. P. (2017). La sustitución parcial o total de sémola de trigo en las pastas y su valor nutricional. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 3(6). doi:<https://doi.org/10.29057/icap.v3i6.2450>
- (s.f.). *Formulación de pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con sustitución parcial de Tarwi (Lupinus Mutabilis Sweet) y adición de cáscara de huevo en polvo* [Tesis pregrado, Universidad nacional Micaela Bastidas].
- Fuloria, S., Mehta, J., Chandel, A., Sekar, M., Rani, N. N., Begum, M. Y., . . . Fuloria, N. K. (2022). A Comprehensive Review on the Therapeutic Potential of Curcuma longa Linn. in Relation to its Major Active Constituent Curcumin. *Frontiers in Pharmacology*, 13. file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/fphar-13-820806%20(1).pdf
- García, J. (2020). *Fideos Instantáneos a Partir de Harina de Arrocillo ¾ Subproducto de Arroz (Oryza Sativa) Variedad Moro Enriquecido con Harina de Quinoa (Chenopodium Quinoa) Variedad Blanca Junín* [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/88>

- Gil Hernández, Á. (2010). *Tratado De Nutrición. Tomo II. Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. Editorial Médica Panamericana. Obtenido de https://www.academia.edu/17113946/Tratado_de_Nutricion_Tomo2
- González Albadalejo, J., Sanz del Castillo, D., Claramunt Vallespí, R. M., Lavandera Díaz, J. L., Alkorta Osoro, I., & Elguero Bertolini, J. (2015). Curcumina y curcuminoides: química, estudios estructurales y propiedades biológicas. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 81(4), 278-310. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6651314>
- González, & Cervantes, M. (2022). Caracterización fisicoquímica y funcional de una pasta elaborada con sémola de trigo y harina de hongo huitlacoche (*Ustilago maydis*). *Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos*, 7, 172-178. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume7/7/8/29.pdf>.
- Granito, M., & Ascanio, V. (2009). Desarrollo y transferencia tecnológica de pastas funcionales extendidas con leguminosas. *Archivos latinoamericanos de Nutrición*, 59(1), 71-77. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S000406222009000100011&lng=es&tlng=es
- Huamaní Roca, E. (2018). *Extracción y caracterización del almidón de dos variedades de pituca (Colocasia esculenta) de la región de Ayacucho* [Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9fb8e865-763f-4923-a54b-c5f9c07af781/content>
- IICA. (2015). *El mercado y la producción de quinua en el Perú*. Erika Soto. Obtenido de <http://repositorio.iica.int/handle/11324/2652>
- Instituto Nacional de Calidad. (2016). NTP 206.010. Norma Técnica Peruana. *Dirección de Normalización-INACAL*, 2. [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/pdfcoffee.com_norma-tecnica-ntp-206010-peruana-2016-2016-12-09-2-edicion-pdf-free%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/pdfcoffee.com_norma-tecnica-ntp-206010-peruana-2016-2016-12-09-2-edicion-pdf-free%20(1).pdf)
- Jaquehua Vizcarra, A. F., & Tarifa Coaguila, B. B. (2021). *Formulación de un producto fideero enriquecido con zapallo (cucúrbita máxima) y cochayuyo (porphyra columbina)* [Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12773/13672>

- Kill, R. C., & Turnbull, K. (2001). *Pasta and Semolina Technology*. Oxford: Blackwell Science.
<http://dl1.fanofood.ir/books/PASTA%20AND%20SEMOLINA%20TECHNOLOGY.pdf>
- León, J. M. (2003). *Cultivo de la quinua en Puno-Perú descripción, manejo y producción*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno.
- Leyva Barzola, G. R. (2015). *Efecto de la harina de haba (vicia faba L.) Sobre las propiedades reológicas y calidad de pastas alimenticias* [Tesis pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional. HYPERLINK "http://hdl.handle.net/20.500.12894/1951" <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1951>
- Liu, C., Chen, W., Wang, N., & Jin, J. (2018). Optimization of extraction of antioxidants from turmeric (*Curcuma longa* L.) using response surface methodology. *Wuhan University Journal of Natural Sciences*, 23(1), 63–69. <https://doi.org/10.1007/s11859-018-1295-0>
- López Bartolomey, C. (2019). *Fideos de quinoa y sémola fortificados con vitamina B12* [Tesis licenciatura, Universidad ISALUD]. Repositorio institucional. <http://repositorio.isalud.edu.ar/xmlui/handle/1/466>
- Martins, N., Lobo Roriz, C., Morales, P., Barros, L., & CFR Ferreira, I. (2016). Colorantes alimentarios: retos, oportunidades y deseos actuales de las agroindustrias para asegurar las expectativas de los consumidores y las prácticas regulatorias. *Tendencias en ciencia y tecnología de los alimentos*, 52, 1-15. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416300784>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). *Manual de manejo agronómico de raíces y tubérculos tropicales*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/2068>
- Mora Guzmán, A. C. (2012). *Evaluación de la calidad de cocción y calidad sensorial de pasta elaborada a partir de mezclas de sémola de trigo y harina de quinua* [Tesis Magister, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/9857/52869580._2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Morales Orccottoma, A. F. (2012). Fitogeografía e industrialización del almidón de pituca (*Colocasia esculenta*). *Espacio desarrollo*(24), 97-117. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espaciodydesarrollo/article/view/7587>

- Morales, A. (2011). *Elaboración de Fideos Fritos Enriquecidos Con Harina de Quinoa (Chenopodium Quinoa) y Espinaca (Espinacia Oleracea)* [Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio institucional. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/505>
- Mujica, A., & Jacobsen, S.-E. (2006). La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 449-457. <https://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2027.pdf>
- MUJICA, A., ORTIZ, R., BONIFACIO, A., SARAVALA, R., CORREDOR, G., & ROMERO, A. (2006). *Proyecto Quinoa: Cultivo multipropósito para los países Andinos PNUD-PROY/INT/ 01/K01- PERU- BOLIVIA- COLOMBIA*. Obtenido de <https://www.g77.org/pgtf/finalrpt/INT-01-K01-FinalReport.pdf>
- Murphy, K., & Matanguihan, J. (2015). Quinoa: Improvement and Sustainable Production. *John Wiley & Sons. Inc.* Obtenido de <https://doi.org/10.1002/9781118628041.fmatter>
- Nobile Correa, D. P., Restrepo Osorio, J., Zuñiga, O., & Sánchez Andica, R. (2020). Determination of nutritional value of turmeric flour and the antioxidant activity of *Curcuma longa* rhizome extracts from agroecological and conventional crops of Valle del Cauca-Colombia. *Revista Colombiana de Química*, 49(1), 26-32. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v1n49.79334>.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 209.015:2006. (2006). SAL PARA CONSUMO HUMANO. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI*, 2. <https://es.scribd.com/document/559813176/Ntp-209-015-2006-Sal-Para-Consumo-Humano>
- Pérez Gavidia, Y. d., & Montenegro Rojas, E. C. (2016). *Obtención de bioetanol por hidrólisis enzimática y fermentación a partir de almidón de vituca (Colacasia esculenta) Lambayeque, 2015*. [Tesis pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/3190>
- Peris Fuertes, B. (2014). *DESARROLLO DE FORMULACIONES DE PASTA FRESCA CON INCORPORACIÓN DE SALVADO MICRONIZADO ESTRUCTURANTES: PROPIEDADES TECNOLÓGICAS* [Tesis pregrado, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio institucional. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/40270/Peris%20Fuertes.pdf>
- Picallo, A. (2009). Análisis sensorial de los alimentos. *El imperio de los sentidos*. Obtenido de

http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsd/collect/encruce/index/assoc/HWA_257.dir/257.PDF

- Pinares, C. (2019). *Formulación de pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con sustitución parcial de Tarwi (Lupinus Mutabilis Sweet) y adición de cáscara de huevo en polvo* [Tesis pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas]. Repositorio institucional, Apurímac. <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/893>
- Prado Condori, A. (2023). *“Evaluación de las características fisicoquímicas y sensoriales del fideo a base de harina de quinua (Chenopodium quinoa Wild) y de chía (Salvia hispanica L.)”* [Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio institucional. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5955>
- Proaño, D. (2022, 21 de septiembre). *Cómo evitar la anemia en el embarazo*. Obtenido de Fundacion de Waal: <https://fundaciondewaal.org/index.php/2022/09/21/como-evitar-la-anemia-en-el-embarazo-2/#:~:text=Formas%20de%20evitar%20la%20anemia%20en%20el%20embarazo&text=Acudir%20a%20todos%20los%20controles,que%20puedan%20recetarse%20por%20separado>.
- Rafiee, Z., Nejatian, M., Daeihamed, M., & Mahdi Jafari, S. (2019). Aplicación de nanotransportadores cargados con curcumina para fines alimentarios, farmacéuticos y cosméticos. *Tendencia en ciencia y tecnología de los alimentos*, 88, 445-458. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224418308665>
- Reyes García, M. M., Gómez-Sánchez Prieto, I., & Espinoza Barrientos, C. M. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos. *Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud*, X, 12-15. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14196/1034>
- Reyes García, M., Gómez-Sánchez Prieto, I., Espinoza Barrientos, C., Bravo Rebatta, F., & Ganoza Morón, L. (2009). Tablas peruanas de composición de alimentos. *Centro nacional de alimentación y nutrición instituto nacional de salud*, VIII. Obtenido de https://bvs.minsa.gob.pe/local/INS/843_MS-INS77.pdf
- Rosas, R. O., Gómez, N., Tomás, E., Hernández, A., D. Dorantes, J., García, B., & Vázquez, G. A. (2018). Valorización de cáscaras de huevo como suplemento de calcio en pasta tipo fettuccine. *Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 5(10). <https://doi.org/10.29057/icbi.v5i10.2878>

- Sánchez Fernández, E., & Alvarado Santillán, O. (2015). *Obtención de un polímero biodegradable a partir de la mezcla de alcohol polivinílico y amilosa extraída del almidón de Colocasia esculenta (Vituca) proveniente del distrito de yambrasbamba*. [Tesis pregrado, UNTRM]. Repositorio institucional. <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/648?show=full>
- Satán Ordoñez, E. L. (2022). *Elaboración de pasta alimenticia con incorporación parcial de harina de quinua* [Tesis pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. repositorio institucional. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18110>
- Serpa Guerra, A. M., Gómez Hoyos, C., Velásquez-Cock, J. A., Vélez Acosta, L., Gañán Rojo, P., Velásquez Giraldo, A. M., & Zuluaga Gallego, R. (2019). El potencial nanotecnológico de la cúrcuma (*Curcuma longa* L.) en la tecnología alimentaria: una revisión. *Crítica de la ciencia alimentaria y la nutrición*, 60(11), 1842-1854. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1604490>
- Serventi, S., & Sabban, F. (2004). *La pasta. Storia e cultura di un cibo universale*. Roma: Laterza. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=bgmODAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbv_vpt_read#v=onepage&q&f=false
- Tafur Puscán, I. N. (2019). *Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por arracacha (Arracacia xanthorrhiza) para elaborar pasta tipo tallarines* [Tesis pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1994>
- Tapia, M. (1979). *La quinua y la kañiwa: cultivos andinos*. IICA. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/16254>
- Thakur, M., Virk, R., Singh, P., & Saxena, V. (2019). The Effects of Turmeric on Alzheimer's Patients. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 2(4), 347–343. <https://doi.org/10.26502/jfsnr.264211000033>
- USDA, N. N. (2019). Especies, cúrcuma, molida. *Servicio de investigación agrícola*. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172231/nutrients>
- Yanqui Toapanta, C. A. (2013). *Elaboración de fideos fortificados con tres subproductos de soya (Glycine max.) (harina, proteína concentrada y proteína aislada) utilizando dos saborizantes naturales zanahoria (Daucus carota L.), y espinaca (Spinaceae oleracea)* [Tesis pregrado, UTC]. Repositorio institucional. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2658>

ANEXOS

Anexo 1

Fotografías de los procesos de elaboración de la pasta alimenticia a base de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma



Fotografía 1: Pesado de la harina de quinua y cúrcuma.



Fotografía 2: Pesado de puré de pituca.



Fotografía 3: Amasado de la masa



Fotografía 4: Evaluando la humedad de la masa.



Fotografía 5: Inicio de laminado.



Fotografía 6: Formación de láminas.



Fotografía 7: Obtención de la lámina para reposo.



Fotografía 8: Acabado de la lámina.



Fotografía 9: Cortado de la lámina.



Fotografía 10: Colgado y peinado.



Fotografía 11: Secado.



Fotografía 12: Cortado y embolsado.

Anexo 2

Resultados promedio de los análisis proximales de la pasta alimenticia en estudio según el diseño experimental de mezclas.

Tto.	P.P. (%)	H. Q (%)	H.C. (%)	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	Ceniza (%)	Carbohidrato (%)	Acidez (%)	Calcio (mg)	Hierro (mg)
T1	29,40	70,00	0,60	10,79	2,33	9,14	2,70	3,096	71,51	0,161	127,48	17,52
T2	35,00	64,80	0,20	10,64	2,12	9,05	2,58	3,008	72,59	0,162	122,65	15,85
T3	29,80	70,00	0,20	10,75	2,24	9,32	2,64	2,976	72,31	0,163	126,74	15,76
T4	35,00	64,40	0,60	10,70	2,20	9,08	2,77	3,123	71,89	0,158	129,52	16,20
T5	32,30	67,30	0,40	10,73	2,23	9,21	2,73	3,054	72,05	0,166	128,21	16,67
T6	30,85	68,65	0,50	10,71	2,29	9,29	2,65	3,071	71,84	0,163	125,59	17,10
T7	33,65	66,05	0,30	10,66	2,18	9,10	2,79	3,029	72,38	0,162	130,90	16,28
T8	31,05	68,65	0,30	10,73	2,24	9,40	2,87	3,017	72,17	0,170	133,59	17,61
T9	33,65	65,85	0,50	10,68	2,20	9,26	2,75	3,086	72,02	0,155	128,86	17,13

Nota: PP: puré de pituca; HQ: harina de quinua; HC: harina de cúrcuma.

Anexo 3

Resultado del análisis proximal de la muestra, tallarín "Bella abanquina"

Valor nutricional	Tallarín de casa "Bella Abanquina"
Grasa %	2,31
Proteína %	11,38
Carbohidratos %	68,86
Hierro (mg/100)	6,76
Calcio (mg/100)	61,95

Anexo 4

Resultados del análisis microbiológico



LABORATORIO BIOTEKNIA
Análisis de alimentos y bebidas

INFORME DE ENSAYO N° 092-2023

SOLICITANTE : Amner Ruber PARIONA LOPEZ
PRODUCTO : PASTA ALIMENTICIA B
F. PRODUCCIÓN : 12.JUL.2024
F. VENCIMIENTO : 12.DIC.2024
MUESTRA : 01 bolsa x 500 g
F. DE SOLICITUD : 16.JUL.2024
F. MUESTREO : 17.JUL.2024
F. ANALISIS : 17.JUL.2024

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

N°	Ensayo	Resultado	Límite por g/ml	
			m	M
01	Mohos (UFC/g)	< 10	10 ²	10 ³
02	Coliformes (NMP/g)	3	10	10 ²
03	Salmonella (por 25 g)	Ausencia	Ausencia/25 g	---

Métodos de Ensayo. - FAO (1981). Manuales para el control de calidad de los alimentos. 4. Análisis microbiológico.

Conclusión. - La muestra de "Pasta Alimenticia B", analizada, **SÍ CUMPLE** con los requisitos microbiológicos establecidos en la Resolución Ministerial 591-2008/MINSA, "Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano". V. GRANOS DE CEREALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODIÁCEAS Y DERIVADOS (harinas y otros). V.6. Fideos o pastas desecadas con o sin relleno (incluye fideos a base de verduras, al huevo, otros).

Nota. - El presente informe se refiere a la muestra analizada, proporcionada por el solicitante.

Ayacucho, 22 de julio de 2024.



BIOTEKNIA SAC
Laboratorio de Ensayo
Análisis de alimentos y bebidas
Graciela Cuba Torre
Bga. Graciela Cuba Torre
CBP N° 3263
SUB-GERENTE

Urb. José Ortiz Vergara, ENACE, Mz. C – Lote 26, Ayacucho.
(subiendo por la Av. Independencia, dos cuadras antes del Puente ENACE)
Atención: Lunes a sábado, 8-1 p.m. y 3-7 p.m. Tel. 066-315186 Cel. 966607080

Anexo 5

Formato de evaluación sensorial para la pasta alimenticia a base de puré de pituca, harina de quinua y harina de cúrcuma

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL HEDÓNICA.

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Edad: _____

Sexo: M F

Indicaciones:

Se le presenta muestras de pastas elaborados con recursos regionales, por favor pruebe cada muestra y marque con un **X** el atributo que considere adecuada. Tenga presente que usted es el único quien puede decir si acepta la muestra. Luego de probar cada muestra tome un poco de agua.

ATRIBUTO COLOR

Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
7 Me gusta muchísimo									
6 Me gusta mucho									
5 Me gusta poco									
4 No me gusta, ni me disgusta									
3 Me disgusta poco									
2 Me disgusta mucho									
1 Me disgusta muchísimo									

ATRIBUTO OLOR

Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
7 Me gusta muchísimo									
6 Me gusta mucho									
5 Me gusta poco									
4 No me gusta, ni me disgusta									
3 Me disgusta poco									
2 Me disgusta mucho									
1 Me disgusta muchísimo									

ATRIBUTO SABOR

Descripción		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
7	Me gusta muchísimo									
6	Me gusta mucho									
5	Me gusta poco									
4	No me gusta, ni me disgusta									
3	Me disgusta poco									
2	Me disgusta mucho									
1	Me disgusta muchísimo									

ATRIBUTO TEXTURA

Descripción		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
7	Me gusta muchísimo									
6	Me gusta mucho									
5	Me gusta poco									
4	No me gusta, ni me disgusta									
3	Me disgusta poco									
2	Me disgusta mucho									
1	Me disgusta muchísimo									

Anexo 6

Grado de satisfacción para el atributo color

Panelista	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	7	6	5	4	2	3	3	7	4
2	4	5	5	5	2	4	5	6	2
3	7	4	4	5	3	4	4	4	2
4	5	4	6	7	3	2	6	6	3
5	6	6	3	5	1	5	4	5	2
6	4	5	6	7	3	4	5	6	4
7	6	6	6	5	2	4	6	5	2
8	4	4	3	5	5	3	7	6	3
9	7	5	5	4	2	3	5	7	3
10	4	6	3	5	5	4	6	4	3
11	5	5	5	4	3	3	3	6	2
12	6	6	6	5	2	4	5	3	1
13	7	6	4	7	5	5	4	7	3
14	5	7	5	4	2	3	6	3	2
15	6	6	5	5	3	4	3	6	4
16	5	4	3	6	3	4	7	3	3
17	6	6	5	4	4	5	5	4	3
18	4	4	5	5	5	4	6	5	2
19	6	6	5	6	3	2	5	5	4
20	6	7	4	5	2	3	6	5	2
21	5	5	6	6	2	4	3	3	3
22	6	6	5	7	3	3	5	3	4
23	3	5	6	6	2	2	6	4	3
24	5	5	7	7	3	3	5	4	2
25	7	6	6	5	2	4	3	6	2
26	7	4	5	4	3	3	3	5	3
27	6	6	3	4	5	4	4	4	2
28	6	4	6	5	3	4	5	3	3
29	7	5	3	4	5	3	3	3	4
30	6	6	6	5	3	3	4	6	2
Total	168	160	146	156	91	106	142	144	82
promedio	5.60	5.33	4.87	5.20	3.03	3.53	4.73	4.80	2.73

Anexo 7

Grado de satisfacción para el atributo olor

Panelista	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	4	6	6	6	3	5	7	6	2
2	3	4	4	4	3	4	6	7	4
3	4	5	6	4	2	3	5	6	3
4	3	6	5	5	1	2	6	7	3
5	5	4	4	4	2	3	5	5	1
6	5	5	6	6	1	3	5	6	3
7	3	4	5	5	3	3	6	7	2
8	5	5	6	4	2	5	5	7	3
9	5	4	4	5	1	4	6	5	4
10	4	6	6	6	3	3	6	6	2
11	3	4	4	4	3	2	7	7	1
12	3	4	4	5	2	5	5	5	2
13	4	5	6	4	3	3	6	7	4
14	4	4	5	5	1	3	5	6	3
15	3	4	4	6	2	4	6	6	2
16	4	5	6	5	1	3	5	6	3
17	5	4	4	4	3	4	6	5	4
18	4	6	5	4	2	3	6	6	3
19	5	5	6	5	1	4	6	5	3
20	4	4	5	4	3	4	7	7	4
21	3	6	4	5	1	3	5	6	2
22	5	4	5	4	3	4	6	6	3
23	4	5	6	4	2	4	6	5	2
24	3	6	6	5	2	2	6	7	3
25	3	5	5	4	3	4	7	6	4
26	5	6	5	4	2	3	6	6	3
27	3	6	6	5	3	3	7	6	3
28	4	5	6	4	1	4	5	5	4
29	3	6	6	5	3	3	6	5	3
30	4	4	5	4	2	4	5	7	4
Total	117	147	155	139	64	104	175	181	87
promedio	3.90	4.90	5.17	4.63	2.13	3.47	5.83	6.03	2.90

Anexo 8

Grado de satisfacción para el atributo sabor

Panelista	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	5	5	5	4	2	4	5	5	3
2	3	4	5	5	3	5	7	6	3
3	5	6	6	6	1	4	6	6	2
4	3	5	5	4	2	5	4	7	4
5	3	6	6	5	3	4	6	6	2
6	4	6	5	5	1	3	5	6	2
7	4	5	5	5	3	4	5	7	3
8	3	6	5	5	1	4	6	5	2
9	4	4	5	5	3	3	6	6	3
10	4	5	4	4	3	5	5	6	3
11	5	4	6	5	2	3	5	7	2
12	5	6	5	4	1	4	6	6	3
13	3	6	6	5	2	3	4	5	3
14	4	4	4	5	1	4	5	6	2
15	5	6	5	4	3	3	6	5	3
16	3	5	4	4	3	5	5	7	4
17	3	4	5	5	3	3	4	5	2
18	3	6	6	6	2	4	5	5	3
19	5	6	4	4	1	4	5	6	2
20	3	4	5	3	2	4	5	6	3
21	4	5	6	4	3	3	6	7	1
22	4	6	6	5	1	4	5	6	2
23	3	6	5	5	3	5	4	7	4
24	4	5	6	5	1	4	4	7	4
25	4	6	4	6	2	3	4	6	3
26	5	5	6	4	1	4	5	7	4
27	4	4	5	4	2	3	6	7	3
28	4	6	6	5	3	3	4	6	1
29	5	6	5	4	2	4	4	5	3
30	5	6	6	6	3	3	6	6	3
Total	119	158	156	141	63	114	153	182	82
Promedio	3.97	5.27	5.20	4.70	2.10	3.80	5.10	6.07	2.73

Anexo 9

Grado de satisfacción para el atributo textura

Panelista	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	3	6	5	5	2	3	4	6	4
2	5	5	5	6	3	4	5	5	4
3	3	5	6	4	3	3	5	7	2
4	5	4	6	5	2	2	6	6	4
5	4	5	6	4	3	3	3	5	3
6	5	5	5	5	3	3	6	6	4
7	3	5	4	4	2	3	4	5	2
8	3	7	3	4	2	2	5	6	3
9	5	4	6	7	1	3	7	7	2
10	3	5	5	4	2	3	5	5	3
11	3	6	6	6	3	4	4	5	3
12	5	5	6	5	1	3	5	5	3
13	5	4	3	5	3	4	6	7	2
14	4	7	5	6	1	3	5	6	3
15	3	5	6	4	3	5	6	6	1
16	4	4	5	7	2	4	4	7	2
17	5	5	4	5	1	3	6	6	3
18	4	6	5	4	2	3	4	6	4
19	5	5	6	7	3	4	6	7	3
20	3	4	3	6	1	3	4	5	3
21	5	5	5	5	2	2	6	6	2
22	3	5	3	7	3	5	5	6	4
23	3	5	5	6	3	4	6	5	1
24	4	6	6	5	1	3	4	6	2
25	3	5	5	7	3	4	5	6	3
26	5	6	4	4	1	2	6	6	2
27	4	5	6	7	3	3	5	7	4
28	4	4	3	5	2	4	6	6	3
29	3	6	4	7	1	3	4	7	2
30	3	5	6	7	1	4	5	6	1
Total	117	154	147	163	63	99	152	179	82
promedio	3.90	5.13	4.90	5.43	2.10	3.30	5.07	5.97	2.73

Anexo 10

Resultado de los valores promedio del análisis sensorial de los atributos en estudio

Tratamientos	%PP	%HQ	%HC	Color	Olor	Sabor	Textura
t1	29.40	70.00	0.60	5.60	3.90	3.97	3.90
t2	35.00	64.80	0.20	5.33	4.90	5.27	5.13
t3	29.80	70.00	0.20	4.87	5.17	5.20	4.90
t4	35.00	64.40	0.60	5.20	4.63	4.70	5.43
t5	32.30	67.30	0.40	3.03	2.13	2.10	2.10
t6	30.85	68.65	0.50	3.53	3.47	3.80	3.30
t7	33.65	66.05	0.30	4.73	5.83	5.10	5.07
t8	31.05	68.65	0.30	4.80	6.03	6.07	5.97
t9	33.65	65.85	0.50	2.73	2.90	2.73	2.73

Nota: PP: puré de pituca; HQ: harina de quinua; HC: harina de cúrcuma.

Anexo 11

Metodología para la determinación de calcio

Fundamento:

La determinación del calcio se realizó mediante titulación de EDTA (ácido etilendiaminotetraacético, $C_{10}H_{16}N_2O_8$) en medio alcalino. El EDTA es un compuesto que forma fuertes complejos 1:1 con la mayoría de los iones metálicos y, por tanto, es el agente quelante más utilizado en determinaciones analíticas. Las pastas pueden contener metales y ortofosfato. La primera sustancia interfiere con la determinación formando un complejo con EDTA, mientras que la segunda sustancia, al realizarse la titulación en medio alcalino, forma una sal de calcio insoluble, que impide la formación de complejos de estos cationes con EDTA. Por estas razones, es necesario excluir los metales perturbadores y los fosfatos en la etapa inicial de determinación. El oxiclورو de zirconio (o cloruro de zirconio) a un pH de 5,5 a 6,5 forma una sal de gelatina insoluble con fosfato, que a su vez arrastra metales pesados que interfieren, que se eliminan mediante filtración, dejando el filtrado en condiciones apropiadas de titulación de calcio. Para medir la concentración de calcio en el extracto salino, además de las sustancias que interfieren, se debe excluir el magnesio. Esto se hace llevando la solución a pH 12, que es donde la solución precipita como $Mg(OH)_2$ (hidróxido de magnesio) y no se titula.

Reactivos:

- 1- Indicador verde de bromocresol (sal de amonio)
- 2- Solución de oxiclورو de zirconio octahidratado ($ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$) al 2% en agua desmineralizada.
- 3- Solución de NH_4OH (1 + 4)
- 4- Solución complexona: sal disódica del EDTA 0.02 N
- 5- Solución alcalina de KOH al 10 %
- 6- Indicador murexida: mezclar 0,2 g de la droga con 40 g sulfato de potasio (K_2SO_4) o sulfato de sodio (Na_2SO_4) anhidro.

7- Solución reguladora: disolver 34 g de cloruro de amonio (NH_4Cl), libre de calcio y magnesio, en 100mL de agua, agregar 280mL amoníaco concentrado (NH_3) y llevar a volumen.

8- Indicador Negro de Eriocromo: disolver 0.2g de la droga y 2g de clorhidrato de hidroxilamina en 50mL de alcohol metílico. También se puede preparar disolviendo 1 g de eriocromo T en 100mL de trietanolamina.

Metodología:

Para determinar, pipetear 25 ml del extracto salino en un matraz Erlenmeyer, agregar 1 gota de indicador bromocresol verde. Añadir 2 ml de oxiclورو de circonio, mezclar y añadir gota a gota la solución reguladora, agitando hasta que el color cambie a verde y luego a azul (precipitado coloidal). Transferir cuantitativamente a un matraz aforado de 50 ml, agregar agua destilada hasta la marca y filtrar a través de papel de filtro grueso, eliminando el precipitado sin lavar. Coloque una cantidad de 20 ml en un matraz Erlenmeyer, agregue aproximadamente 0,3 g de murexida y 2 ml de hidróxido de potasio (KOH) al 10% para ajustar el pH a 12 y valore el calcio con solución de EDTA, utilizando un control para comparar el resultado. punto (púrpura).

Para determinar la concentración de calcio se utiliza la siguiente ecuación:

$$Ca \text{ g\%g} = \frac{mL \text{ Ca} * N * p \text{ eq}}{1000} * \frac{50}{20} * \frac{100}{0,5}$$

$$Ca \text{ mg\%g} = Ca \text{ g\%g} * 1000$$

Anexo 12

Metodología para la determinación de hierro

Fundamento:

El procedimiento utilizado para medir la concentración de hierro es el análisis espectroscópico. Para determinar esto, es necesario preparar la muestra reduciendo el ion hierro (Fe^{3+}) a hierro (Fe^{2+}), ya que es valioso en su forma más reducida. Esto se realiza utilizando una solución de hidroxilamina reducida al 10% con un pH de 1,5 a 4. El método colorimétrico utiliza como reactivo la ortofenantrolina, que forma un complejo rojo anaranjado con el catión hierro (Fe^{2+}), medido con un espectrofotómetro o fotómetro de color a una longitud de onda de 490 nm y se comparó con la curva estándar obtenida para soluciones estándar de diferentes concentraciones.

Reactivos:

1. Solución NaOH 2%
2. Solución HCl 1:20
3. Solución de reserva de Fe 500 ppm ($\mu g * g^{-1}$): Disolver 0,351 g de sal de Mohr ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 * 6H_2O$) en agua destilada, agregar 2mL de solución HCl 1:20 y llevar a volumen de 100mL.
4. Solución patrón de Fe 20 ppm ($\mu g * g^{-1}$): Diluir 4mL de la solución anterior a 100mL, incluyendo 2mL de la solución HCl 1:20
5. Solución reductora de hidroxilamina al 10%: Disolver 10g de $NH_2OH * 2HCl$ en 100mL de agua.
6. Solución alcohólica de ortofenantrolina al 1,5%: Disolver 1,5 g de la droga en 100mL de etanol.

Metodología:

La curva estándar (patrón) de Fe se preparó con soluciones de 0; 1; 2; 3; 4; 5 $\mu g * g^{-1}$ (ppm), use 0; 2,5; 5; 7,5; y 10 ml de solución estándar (patrón) de hierro 20 $\mu g * g^{-1}$ (ppm) en un matraz aforado de 50 ml, agregar 2 ml de solución reductora de hidroxilamina y 1 ml de ortofenantrolina al 1,5%, aumentando finalmente el volumen. Colocar 10 ml del extracto

en un matraz aforado de 50 ml, 10 ml del extracto y diluir con unos 15 ml de agua. Para neutralizar el ácido, agregue 1 gota de fenolftaleína y unas gotas de solución de NaOH al 2% hasta que cambie el indicador. Añadir 1 ml de HCl 1:20 para ajustar el pH al nivel adecuado, luego añadir 2 ml de solución reductora de hidroxilamina para reducir el hierro férrico a ferroso y finalmente 1 ml de ortofenantrolina, diluir con agua destilada hasta 50 ml. En el espectrofotómetro la densidad óptica se lee a una longitud de onda de 490 nm.

El contenido de hierro en ppm ($\mu g * g^{-1}$) se calculó a partir de la curva estándar teniendo en cuenta la absorbancia de la referencia (AbsT), la concentración de la referencia (ppmT) y la absorbancia de la muestra (AbsM), con la siguiente ecuación:

$$Fe\ ppm = AbsT * ppmT * AbsM$$

$$Fe\ mg\%g = Fe\ ppm * 0,10$$

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENCIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:**

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 314-2021-UNSCH-CU)

Sustitución de la harina de trigo con harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa* L.) para elaborar pastas alimenticias nutritivas**Expositor: Amner Ruber Pariona Lopez
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial**

Expediente N° 2463409

Resolución Decanal N° 209-2024-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 21-10-2024

En la Sala de Conferencias "Pedro VILLENA HIDALGO" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las once de la mañana con cinco minutos del día miércoles veintitrés de octubre del año dos mil veinticuatro, se reunieron el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **Amner Ruber Pariona Lopez**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA, Mg. Cronwell Eduardo ALARCON MUNDACA y Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA, bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la FIQM), Mg. Eusebio DE LA CRUZ FERNANDEZ (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente) y el público asistente.

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Sustitución de la harina de trigo con harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa* L.) para elaborar pastas alimenticias nutritivas**, presentado por el Bachiller **Amner Ruber Pariona Lopez**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 209-2024-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó al Bachiller **Amner Ruber Pariona Lopez**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de cuarenta y cinco minutos.

Terminada la exposición del Bachiller, el Presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA, Mg. Cronwell Eduardo ALARCON MUNDACA y Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA. Luego el Presidente invitó al Mg. Eusebio DE LA CRUZ FERNANDEZ, para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

Concluyó con esta etapa el Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA, en su condición de Presidente.

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA**ACTA DE SUSTENCIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:**

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 314-2021-UNSCH-CU)

Sustitución de la harina de trigo con harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa* L.) para elaborar pastas alimenticias nutritivas**Expositor: Amner Ruber Pariona Lopez**
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial

Expediente N° 2463409

Resolución Decanal N° 209-2024-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 21-10-2024

Culminada la etapa de preguntas, el Presidente del Jurado invitó al Sustentante y al público para que se sirvan abandonar la Sala de Conferencias con la finalidad de permitir al Jurado de Sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADO POR UNANIMIDAD PROMEDIO QUINCE (15).**

Finalmente el Presidente del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la Sala de Conferencias, y anunció que el Bachiller **Amner Ruber Pariona Lopez**, ha resultado **APROBADO POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con un flamante **INGENIERO AGROINDUSTRIAL** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las doce del mediodía con cincuenta y cinco minutos se dio por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:


.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente
.....
Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA
Miembro
.....
Mg. Cronwell Eduardo ALARCON MUNDACA
Miembro
.....
Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA
Miembro
.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)

**UNSCH****FACULTAD DE
INGENIERIA QUÍMICA
Y METALURGIA**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

La Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emite la siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Que, el egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor de la Tesis M.Sc. EUSEBIO DE LA CRUZ FERNANDEZ, se procedió a la evaluación de originalidad del archivo adjunto con el TURNITIN - UNSCH, **de acuerdo a los criterios establecidos en el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**; cuyos resultados son:

Tesis Sustitución de la harina de trigo con harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa* L) para elaborar pastas alimenticias nutritivas

Nombre y Apellido : Bach. **AMNER RUBER PARIONA LOPEZ**
Identificador de entrega : 2532219857
Fecha : 25-nov-2024 06:12p.m. (UTC-0500)
Archivo : Tesis_final_Amner_EPIA.pdf
(28.18M)

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del 28 % de ÍNDICE DE SIMILITUD realizado con Depósito de trabajos estándar, a fin de proseguir con los trámites pertinentes; cabe señalar que los documentos del procedimiento se archivan en el repositorio documental de la Escuela.

Ayacucho, 26 de noviembre del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA

E.P. Ingeniería Agroindustrial

MSc. Percy Fermin VELÁSQUEZ CCOSI
DIRECTOR

C.c.
Const. N°21-2024
Archivo

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL
Av. Independencia S/N - Ayacucho
Telf. 066-303496
Correo: ep.agroindustrial@unsch.edu.pe

Sustitución de la harina de trigo con harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*), pituca (*Colocasia esculenta*) y cúrcuma (*Cúrcuma longa* L) para elaborar pastas alimenticias nutritivas

por Amner Ruber Pariona Lopez

Fecha de entrega: 25-nov-2024 06:12p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2532219857

Nombre del archivo: Tesis_final_Amner_EPIA.pdf (28.18M)

Total de palabras: 31449

Total de caracteres: 166562

Sustitución de la harina de trigo con harinas de quinua (Chenopodium quinoa), pituca (Colocasia esculenta) y cúrcuma (Cúrcuma longa L) para elaborar pastas alimenticias nutritivas

INFORME DE ORIGINALIDAD

28%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

17%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	11%
	Trabajo del estudiante	

2	repositorio.unsch.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	

3	hdl.handle.net	3%
	Fuente de Internet	

4	pdfcoffee.com	1%
	Fuente de Internet	

5	repositorio.uns.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

6	repositorio.lamolina.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

7	repositorio.unamba.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

renati.sunedu.gob.pe

8	Fuente de Internet	1 %
9	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1 %
10	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
12	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Submitted on 1689622817310 Trabajo del estudiante	<1 %
16	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Nacional Agraria La Molina Trabajo del estudiante	<1 %
19	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	

<1 %

20

repositorio.unas.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

21

repositorio.unia.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

23

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

24

cia.uagraria.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

25

repositorio.ute.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

26

dspace.udla.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

27

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

28

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

29

Submitted to unsaac

Trabajo del estudiante

<1 %

30

purl.org

Fuente de Internet

<1 %

31

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

32

repositorio.autonoma.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

33

repositorio.uandina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

34

repositorio.umsa.bo

Fuente de Internet

<1 %

35

www.grafiati.com

Fuente de Internet

<1 %

36

Submitted to Universidad de Lima

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo