

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS:

**Formulación de tallarín sin gluten a partir de harinas no
convencionales (quinua, tarwi, berro) y puré de papa (*Solanum
tuberosum*)**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Bach. Alonso FERNANDEZ QUISPE

ASESOR:

Mg. Eusebio DE LA CRUZ FERNANDEZ

AYACUCHO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

Quiero agradecer a mi divino Dios por ser mi origen, mi creador, protector y sostén en cada momento de la realización de mis metas y propósitos. También agradezco por bendecirme con una familia grande y generosa.

A mis padres, Filomeno Fernández y Victoria Quispe, les agradezco por ser el eje esencial en mi vida. Me han dado todo lo que estuvo a su alcance y, a pesar de los momentos más complicados, siempre creyeron y confiaron en mí.

A mis hermanas, Elsa e Irma, a quienes considero como segundas madres, les agradezco por estar siempre presentes en las etapas complicadas de mi vida. Apostaron por mi educación y me impulsaron ante cualquier adversidad. Gracias por su respaldo incondicional y por la confianza que siempre han infundido en mí.

En general, agradezco a toda mi familia por su apoyo incondicional durante mi proceso de formación académica y profesional.

A mis compañeros de la universidad, les agradezco por todas las vivencias compartidas. Solo quedan grandes recuerdos, experiencias y alegrías.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y a la plana de docentes de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, en particular a los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, les agradezco por ser la fuente de conocimientos impartidos a lo largo de mi formación.

A mi asesor de tesis, Msc. Eusebio De La Cruz Fernández, le agradezco por su respaldo y monitoreo durante la elaboración y finalización de mi proyecto de estudio.

Al ingeniero Saul Ricardo Chuqui Diestra, le agradezco por guiarme durante la determinación fisicoquímica de los tallarines sin gluten.

Al técnico Sr. Rufino Segovia Chalco, le agradezco por su apoyo y paciencia en el Centro Experimental de Panificación.

Y a cada una de las personas que contribuyeron a llevar a cabo y concluir esta meta propuesta.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo formular tallarines sin gluten que sean nutritivos y de buena aceptación sensorial. Se utilizaron harinas no convencionales de quinua (*Chenopodium quinoa*), tarwi (*Lupinus mutabilis*) y berro (*Nasturtium officinale*), combinadas con puré de papa (*Solanum tuberosum*). Para ello, se empleó un diseño de mezclas de vértices extremos utilizando el programa estadístico Minitab V.18, lo que permitió obtener 10 formulaciones diferentes (harina de quinua/puré de papa/harina de tarwi/harina de berro) con las siguientes proporciones: T1: 69/20/10/1; T2: 68/20/10/2; T3: 59/30/10/1; T4: 58/30/10/2; T5: 54/20/25/1; T6: 53/20/25/2; T7: 50/24/25/1; T8: 50/30/19/1; T9: 50/23/25/2; T10: 50/30/18/2. Las pastas alimenticias tipo tallarín se elaboraron siguiendo la metodología clásica, que incluye la recepción de las harinas y el puré, el pesaje, la dosificación, el mezclado/amasado, el laminado, el trefilado, el secado, el envasado y el almacenamiento. Las muestras fueron evaluadas sensorialmente (color, olor, sabor y textura) por 30 panelistas no entrenados utilizando una escala hedónica de 5 puntos. Se aplicó un diseño de bloques completamente aleatorizados ($\alpha = 5\%$), y los resultados mostraron diferencias significativas entre las formulaciones. La prueba de comparación de Tukey reveló que la formulación T9 obtuvo la mejor aceptación, destacando en los atributos de olor (4,17), sabor (4,10) y textura (4,16); el atributo color (4,10) correspondió a la formulación T7. El análisis fisicoquímico de la formulación T9 mostró un contenido de humedad del 11,18%; grasa del 7,34%; proteína del 16,69%; fibra bruta del 4,10%; ceniza del 2,25%; acidez del 0,301% y hierro de 13,72 mg. El análisis microbiológico reportó valores de mohos (< 10 UFC/g), coliformes (4 NMP/g) y ausencia de *Salmonella* en 25 g, indicando que los tallarines sin gluten cumplen con los estándares de la Norma Técnica Peruana y son aptos para el consumo humano.

Estos resultados alentadores no solo beneficiarían nutricionalmente a los consumidores, sino que también fortalecerían la economía de los agricultores locales al abrir nuevos mercados y potenciar la agroindustria rural.

Palabras claves: Tallarín sin gluten, quinua, tarwi, berro, pure, papa

ABSTRACT

The present research aimed to formulate gluten-free noodles that are nutritious and have good sensorial acceptance. Non-conventional quinoa flours were used (*Chenopodium quinoa*), tarwi(*Lupinus mutabilis*) and watercress(*Nasturtium officinale*), combined with mashed potatoes(*Solanum tuberosum*). For this purpose, an extreme vertex mixture design was used using the statistical program Minitab V.18, which allowed obtaining 10 different formulations (quinoa flour/mashed potato/tarwi flour/ watercress flour) with the following proportions: T1: 69/20/10/1; T2: 68/20/10/2; T3: 59/30/10/1; T4: 58/30/10/2; T5: 54/20/25/1; T6: 53/20/25/2; T7: 50/24/25/1; T8: 50/30/19/1; T9: 50/23/25/2; T10: 50/30/18/2. The noodle-type pastas were prepared following the classical methodology, which includes receiving the flours and the puree, weighing, dosing, mixing/kneading, rolling, drawing, drying, packaging and storage. The samples were evaluated sensorially (colour, smell, taste and texture) by 30 untrained panelists using a 5-point hedonic scale. A completely randomized block design ($\alpha = 5\%$) was applied, and the results showed significant differences between the formulations. The Tukey comparison test revealed that the T9 formulation obtained the best acceptance, standing out in the attributes of smell (4.17), taste (4.10) and texture (4.16); the colour attribute (4.10) corresponded to the T7 formulation. The physicochemical analysis of the T9 formulation showed a moisture content of 11.18%; fat of 7.34%; protein of 16.69%; Crude fiber of 4.10%; ash of 2.25%; acidity of 0.301% and iron of 13.72 mg. The microbiological analysis reported values of molds (< 10 CFU/g), coliforms (4 NMP/g) and absence of *Salmonella* in 25 g, indicating that gluten-free noodles meet the standards of the Peruvian Technical Standard and are suitable for human consumption.

These encouraging results would not only benefit consumers nutritionally, but would also strengthen the economy of local farmers by opening new markets and boosting rural agribusiness.

Keywords: Gluten-free noodles, quinoa, tarwi, watercress, puree, potato

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Formulacion del problema de la investigación.....	2
Problema principal.....	2
Problemas específicos	2
1.3 Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
CAPÍTULO II	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Enfermedad celiaca (EC)	5
2.2.1 Epidemiología y genética	5
2.2.2 Características clínicas	6
2.2.3 Terapia de la enfermedad celíaca.....	6
2.2.4 Productos especiales para dieta de celíacos	6
2.3 Gluten	7
2.4 Productos libres de gluten	7
2.5 Harinas	8
2.6 Harinas convencionales	8
2.7 Harinas no convencionales	9
2.8 Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	9
2.8.1 Generalidades	9
2.8.2 Taxonomía.....	9
2.8.3 Composición química.....	10
2.8.4 Saponina de la quinoa	13
2.8.5 Harina de quinoa.....	14

2.9	Tarwin (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	14
2.9.1	Generalidades	14
2.9.2	Clasificación taxonómica de tarwi	15
2.9.3	Composición química de tarwi	15
2.9.4	Lípidos de la semilla de tarwi	17
2.9.5	Toxicidad de tarwi	18
2.9.6	Proceso de desamargado	19
2.9.6.1	Desamargado manual	19
2.9.6.2	Procedimiento cuzco	20
2.9.6.3	Desamargado industrial.....	20
2.9.7	Harina de tarwi.....	20
2.10	Berro (<i>Nasturtium officinale</i>).....	21
2.10.1	Origen.....	21
2.10.2	Taxonomía.....	21
2.10.3	Descripción botánica.....	21
2.10.4	Composición química.....	22
2.10.5	Beneficios para la salud	23
2.11	Papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	24
2.11.1	Generalidades	24
2.11.2	Clasificación botánica	24
2.11.3	Composición química y nutricional de la papa	24
2.11.4	Otros aportes nutricionales de la papa.....	25
2.11.5	Papa blanca Yungay	26
2.11.6	Pure de papa	26
2.12	Pastas alimenticias	27
2.12.1	Clasificación de pasta alimenticia	27
2.12.2	Características de la calidad de las pastas alimenticias.....	28
2.12.3	Normas de la calidad de las pastas y fideos	28
2.12.4	Requisitos fisicoquímicos de pastas o fideos	29

2.12.5 Requisitos microbiológicos para pastas o fideos secos.....	30
2.12.6 Elaboración de pasta alimenticia.....	31
2.12.7 Elaboración industrial de las pastas de alimento.....	33
2.13 Evaluación sensorial	34
2.13.1 Generalidades	34
2.13.2 Descripción de la metodología de evaluación sensorial	38
2.13.2.1 Planeamiento	38
2.13.2.2 Planificación	38
2.13.2.2.1 Selección para las pruebas sensoriales	38
2.13.2.2.2 Selección y adiestramiento de los jueces.....	40
2.13.3 Análisis Descriptivo Cuantitativo (Q.D.A)	41
2.13.4 Selección de Jueces	44
2.13.5 Entrenamiento de los jueces.....	44
2.13.5.1 Realización.....	44
2.13.6 Factores que influyen en las evaluaciones sensoriales.....	45
2.13.6.1 Análisis de los datos.....	46
2.13.7 Pruebas hedónicas	47
2.13.8 Requisitos para una evaluación sensorial de alimentos	47
2.14 Hipótesis	48
2.15 Variables del estudio.....	48
CAPITULO III.....	49
3.1 Ámbito de estudio	49
3.2 Tipo de investigación.....	49
3.3 Nivel de investigación.....	49
3.4 Diseño experimental	49
3.5 Materiales y equipos	51
3.6 Métodos de análisis	53
3.7 Metodología experimental	54
3.7.1 Obtención de harina de tarwi	54

3.7.2	Descripción de operaciones para la obtención de harina de tarwi	54
3.7.3	Obtención de pure papa de la variedad blanca	56
3.7.4	Descripción de los procedimientos para la elaboración de pure de papa blanca.	56
3.7.5	Obtención de harina de harina de berro.....	57
3.7.6	Descripción del proceso para la obtención de harina de berro	57
3.7.7	Método para la elaboración de tallarines libre de gluten.....	58
3.7.8	Descripción de los procesos para la elaboración de tallarines sin gluten a utilizando harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y pure de papa.....	59
3.8	Evaluación sensorial de la aceptabilidad de tallarines	62
3.9	Análisis microbiológico	63
CAPITULO IV		64
4.1	Evaluación químico proximal de tallarines libre de gluten a partir de harinas (quinua, tarwi y berro) con pure de papa	64
4.2	Análisis estadístico del contenido de humedad en tallarines sin gluten elaboradas con harinas de quinua, tarwi y berro junto con puré de papa.....	65
4.3	Evaluación estadística del contenido de grasa en tallarines sin gluten elaborados con harinas de quinua, tarwi y berro junto con puré de papa.....	68
4.4	Evaluación estadística del contenido de acidez en tallarines sin gluten elaborados con harinas de quinua, tarwi, berro junto con puré de papa	71
4.5	Evaluación estadística del contenido proteico en tallarines sin gluten elaborados con harinas de quinua, tarwi, berro junto con puré de papa	74
4.6	Evaluación estadística del contenido de fibra en tallarines sin gluten elaborados con harinas de quinua, tarwi y berro, junto con puré de papa.....	76
4.7	Evaluación estadística del contenido de cenizas en tallarines sin gluten elaborados con harinas de quinua, tarwi y berro, junto con puré de papa.....	79
4.8	Evaluación estadística del contenido de hierro en tallarines sin gluten elaborados con harinas de quinua, tarwi y berro, junto con puré de papa.....	81
4.9	Evaluación sensorial de los tallarines sin gluten elaborados con harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y puré de papa	84

4.9.1	Evaluación estadística de atributo color	85
4.9.2	Evaluación estadística de atributo olor	88
4.9.3	Evaluación estadística de atributo sabor	90
4.9.4	Evaluación estadística de atributo textura	92
4.10	Análisis microbiológico de tallarín sin gluten	96
V	CONCLUSIONES	98
VI	RECOMENDACIONES	99
VII	BIBLIOGRAFÍA	100

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 composición nutricional de quinua blanca (junín) y roja (pasankalla) con respecto a otros granos	10
Tabla 2 contenido de proteínas en diferentes variedades de quinua germinada, expandida, perlada, harina, escarificada y sin escarificada	11
Tabla 3 Composición de aminoácidos de proteína de quinua, soya, trigo, y origen animal expresadas en (mg de aminoácidos / g de proteína).....	12
Tabla 4 Contenido de ácidos grasos en la quinua (g de ácidos grasos / 100 g de grasa).....	13
Tabla 5 Composición de anti nutrientes de la quinua con respecto a otras especies (Amaranthus paniculatus, frijol de soya y lenteja).....	14
Tabla 6 Composición química de la semilla de tarwi amargado y desamargado	16
Tabla 7 Composición nutricional de tarwi en comparación con soya, frejol y maní.....	16
Tabla 8 Contenido de aminoácidos de tarwi (mg aminoácidos/g Nitrógeno total)	17
Tabla 9 Contenido de ácidos grasos en la semilla de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) amargo, desamargado y dulce	18
Tabla 10 Composición química de berro comparado con espinaca y acelga por 100g	22
Tabla 11 Composición nutricional de la papa	25
Tabla 12 Requisitos físico químicos de las pastas o fideos	30
Tabla 13 requisitos microbiológicos para pastas o fideos secos.....	30
Tabla 14 requerimientos de harinas para la elaboración de pastas alimenticias	32
Tabla 15 Pruebas sensoriales más utilizadas en el control de calidad y sus aplicaciones	36
Tabla 16 Pruebas de análisis estadístico aplicable a la distinta prueba sensorial.....	37
Tabla 17 Restricciones inferiores y superiores de los componentes de variables independientes	50
Tabla 18 Diseño experimental de la formulacion de tallarines libre de gluten a partir de harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y pure de papa (Solanum tuberosum).....	50
Tabla 19 Porcentaje para cada tratamiento en la elaboración de tallarines sin gluten en 100g	61
Tabla 20 Porcentaje de insumos en base a la materia seca	61
Tabla 21 Valores promedio de fisicoquímico de tallarín sin gluten según el diseño experimental de mezclas con vértices extremos (en 100g de alimento).....	64
Tabla 22 Análisis de varianza para humedad en tallarines sin gluten.....	65
Tabla 23 Prueba de Tukey para humedad en tallarines sin gluten.....	65

Tabla 24 Análisis de varianza para grasa en tallarines sin gluten.....	68
Tabla 25 Prueba de Tukey para grasa en tallarines sin gluten.....	68
Tabla 26 Análisis de varianza para acidez en tallarines sin gluten.....	71
Tabla 27 Prueba de Tukey para acidez en tallarines sin gluten.....	71
Tabla 28 Análisis de varianza para proteína en tallarines sin gluten	74
Tabla 29 Prueba de Tukey para proteína en tallarines sin gluten	74
Tabla 30 Análisis de varianza para fibra en tallarines sin gluten	77
Tabla 31 Prueba de Tukey para fibra en tallarines sin gluten	77
Tabla 32 Análisis de varianza para ceniza en tallarines sin gluten.....	80
Tabla 33 Análisis de varianza para hierro en tallarines sin gluten	82
Tabla 34 Prueba de Tukey para hierro en tallarines sin gluten	82
Tabla 35 Resultados de la evaluación sensorial de tallarín sin gluten.....	85
Tabla 36 Análisis de varianza para atributo color en tallarines sin gluten.....	86
Tabla 37 Prueba de Tukey para atributo color en tallarines sin gluten.....	87
Tabla 38 Análisis de varianza para atributo olor en tallarines sin gluten	88
Tabla 39 Prueba de Tukey para atributo olor en tallarines sin gluten.....	89
Tabla 40 Análisis de varianza para atributo sabor en tallarines sin gluten.....	90
Tabla 41 Prueba de Tukey para atributo sabor en tallarines sin gluten.....	91
Tabla 42 Análisis de varianza para atributo textura en tallarines sin gluten	93
Tabla 43 Prueba de Tukey para atributo textura en tallarines sin gluten	94
Tabla 44 Resultados de análisis microbiológico de tallarín sin gluten	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Botánica de berro	22
Figura 2 Parámetros de la calidad de la pasta	31
Figura 3 Metodología general de evaluación sensorial.....	35
Figura 4 Diagrama de flujo para la obtención de harina de tarwi	54
Figura 5 Diagrama de flujo para la preparación de pure de papa	56
Figura 6 Diagrama de flujo para la obtención de harina de berro	57
Figura 7 Diagrama de flujo para la obtención de tallarín sin gluten.....	59
Figura 8 Contorno de superficie para humedad en tallarines sin gluten.....	66
Figura 9 Trazado de gráficos para humedad en tallarines sin gluten	67
Figura 10 Contorno de superficie para grasa en tallarines sin gluten	69
Figura 11 Trazado de gráficos para grasa en tallarines sin gluten.....	70
Figura 12 Contorno de superficie para acidez en tallarines sin gluten.....	72
Figura 13 Trazado de gráficos para acidez en tallarines sin gluten.....	73
Figura 14 Contorno de superficie para proteína en tallarines sin gluten	75
Figura 15 Trazado de gráficos para proteína en tallarines sin gluten	76
Figura 16 Contorno de superficie para fibra en tallarines sin gluten.....	78
Figura 17 Trazado de gráficos para fibra en tallarines sin gluten.....	79
Figura 18 Contorno de superficie para ceniza en tallarines sin gluten.....	80
Figura 19 Trazado de gráficos para ceniza en tallarines sin gluten.....	81
Figura 20 Contorno de superficie para hierro en tallarines sin gluten.....	83
Figura 21 Trazado de gráficos para hierro en tallarines sin gluten	84
Figura 22 Distribución de atributo color en tallarines sin gluten.....	87
Figura 23 Distribución de atributo olor en tallarines sin gluten	89
Figura 24 Distribución de atributo sabor en tallarines sin gluten.....	92
Figura 25 Distribución de atributo textura en tallarines sin gluten.....	93

INTRODUCCIÓN

El gluten es una proteína vegetal presente en cereales como el trigo (*Triticum durum*), el centeno y la cebada, que proporciona elasticidad a las masas, contribuyendo a que los alimentos tengan una textura consistente y esponjosa. Sin embargo, esta proteína es responsable de la intolerancia al gluten, y su consumo tóxico no se ve mitigado ni por la desnaturalización de las proteínas, ni por el horneado, ni por la hidrólisis enzimática que las convierte en péptidos (Villanueva, 2017).

La enfermedad celíaca es una afección autoinmune del intestino, caracterizada por una inflamación crónica de la mucosa intestinal y la atrofia de las vellosidades intestinales. Afecta a personas con predisposición genética y se activa con la ingesta de gluten. Actualmente, se reconoce no solo como una enfermedad del sistema digestivo, sino también como una condición sistémica que puede presentar una amplia variedad de síntomas y estar asociada a diferentes procesos patológicos (Romero et al., 2018).

En la industria alimentaria, existen dos enfoques principales para elaborar alimentos libres de gluten. El primero consiste en utilizar ingredientes que son naturalmente libres de gluten. El segundo se basa en la eliminación del gluten de aquellos ingredientes que originalmente lo contienen (Arendt & Dal Bello, 2008).

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un alimento prometedor para la elaboración de productos destinados a personas celíacas, debido a su ausencia de gluten, su buena calidad proteica, y su abundante contenido de fibra, así como de minerales como el calcio y el hierro. El tarwi (*Lupinus mutabilis*), una leguminosa andina, se destaca por su alta y completa proteína vegetal, así como por su contenido de ácidos grasos insaturados, fibra, minerales y vitaminas, lo que lo convierte en un superalimento (Loaiza, 2020). La papa (*Solanum tuberosum*) es rica en nutrientes; contiene proteínas, es alta en potasio y vitamina C, y su elevado contenido de almidón la convierte en una gran fuente de energía (INIA, 2014). Por su parte, el berro (*Nasturtium officinale*) ofrece diversas propiedades nutricionales y medicinales; su alto contenido de hierro lo hace eficaz en el tratamiento de diferentes tipos de anemia, ya que favorece la síntesis de hemoglobina y ácido fólico. Además, contiene vitamina C, que mejora la absorción del hierro (López et al., 2022). El objetivo de esta investigación fue desarrollar una pasta alimenticia tipo tallarín utilizando harinas de quinua, tarwi y berro, mezcladas con puré de papa. Esta formulación busca ofrecer una alternativa nutritiva y libre de gluten para aquellas personas que no pueden incluirlo en su dieta, garantizando así opciones alimenticias más inclusivas y saludables.

CAPÍTULO I

PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

En los últimos años, se han observado un aumento en los casos de enfermedad celiaca, así como en otras reacciones alérgicas o intolerancias al gluten. Estas condiciones pueden ser tan severas que incluso una mínima exposición al gluten puede resultar fatal. Las prolaminas y gluteninas son proteínas de almacenamiento presentes en el trigo y son responsables de la enfermedad celíaca, una afección inflamatoria crónica que afecta el sistema gastrointestinal, especialmente el intestino delgado, en individuos con predisposición genética. Esta enfermedad se desencadena cuando las personas susceptibles consumen gluten, lo que provoca una respuesta inmune que daña la mucosa intestinal, dificultando la absorción de nutrientes y provocando una variedad de síntomas. Según Asociación de Celiacos y Sensibles al Gluten (ACSG), en las últimas tres décadas, la enfermedad celiaca ha pasado de ser poco común a convertirse en una de las enfermedades autoinmunes más prevalentes a nivel mundial. En Perú, la prevalencia de esta enfermedad en áreas urbanas es del 1.2% (Baldera et al., 2020).

Las pastas alimenticias son un alimento de consumo masivo, gracias a su popularidad, alta aceptabilidad, larga vida útil y facilidad de preparación. Por lo tanto, en esta investigación se propuso formular un nuevo producto de pasta tipo tallarín, libre de gluten, utilizando harinas no convencionales como quinua, tarwi y berro, junto con puré de papa. Este nuevo producto busca ofrecer beneficios nutricionales que promuevan la salud y el bienestar de la población.

1.2 Formulación del problema de la investigación

Problema principal

- ¿Será posible formular tallarín sin gluten a partir de harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y pure de papa?

Problemas específicos

- ¿Cuál será el nivel adecuado de las harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y pure de papa en la formulación de tallarín sin gluten?
- ¿Cuál será el análisis fisicoquímico: humedad, proteína, lípido, ceniza, fibra, acidez y el hierro tendrá el tallarín sin gluten obtenido de la mejor formulación?
- ¿Qué características presentará el tallarín sin gluten obtenido de la mejor formulación a través de análisis sensorial mediante la degustación?

- ¿Qué características microbiológicas presentara tallarín sin gluten, obtenida de la mejor formulación?

1.3 Objetivos

Objetivo General

- Formular tallarín sin gluten a partir de harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y pure de papa.

Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje adecuado de harina (quinua, tarwi, berro) y pure de papa en la formulación de tallarín sin gluten.
- Efectuar el análisis fisicoquímico: humedad, proteína, lípido, ceniza, fibra, acidez y hierro de tallarín sin gluten obtenido de la mejor formulación.
- Realizar la aceptación de tallarín sin gluten obtenido a través de análisis sensorial, mediante degustación: color, olor, sabor y textura.
- Analizar microbiológicamente tallarín sin gluten, obtenida de la mejor formulación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Linares (2020) estudió la obtención de fideos sin gluten utilizando harinas de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y lupino (*Lupinus spp.*). Se analizó el efecto de la incorporación de harina de lupino, proteínas vegetales (de arveja, papa y arroz) y la enzima oxidante POx (piranosa-2-oxidasa). Los resultados indicaron que la harina de quinua extruida y el almidón de papa reducen la firmeza y la calidad de la pasta durante la cocción, mientras que la adición de harina de L. albus al 12% mejora la consistencia. De las tres proteínas evaluadas, la de arveja destacó como la más efectiva, y la incorporación de la enzima mejoró la consistencia de la pasta. Además, las semillas de chía molida mejoraron notablemente la consistencia en comparación con las semillas enteras. También se evaluaron gomas como la guar, algarrobo y tara. La mejor formulación de la pasta resultó ser aquella que contenía un 70% de quinua, 30% de L. albus, 4% de proteína de alberga y 5% de semilla de chía con mejor valor nutricional.

Por otro lado, Pantoja & Prieto (2014) realizó un estudio sobre la evaluación sensorial y tecnológica de pastas alimenticias elaboradas con harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*). En este estudio, se utilizaron un control (S1: 100% harina de trigo) y tres formulaciones distintas: S2 (80% harina de trigo, 15% harina de tarwi y 5% harina de quinua), S3 (80% harina de trigo, 10% harina de tarwi y 10% de harina de quinua) y S4 ((80% harina de trigo, 15% harina de tarwi y 5% harina de quinua). El análisis químico proximal de las pastas elaboradas reveló que la formulación S4 presentaba un porcentaje superior de proteína (21,36%) y grasa (4,26±0,08%). En cuanto al análisis sensorial, las formulaciones cocidas en agua y sal destacaron dos opciones: S1 (100% harina de trigo) y S3 (80% harina de trigo, 10% harina de tarwi y 10% harina de quinua). Se concluyó que S3, que contenía 80% de trigo, 10% de tarwi y 10% de quinua, tenía un alto contenido proteico de 19,06%, además de 3,23±0,23 de grasa, 0,646±0,004 de ceniza y 2,163±0,004 de fibra.

Padilla (2013) evaluó el potencial nutritivo y nutracéutico de galletas elaboradas con berro (*Nasturtium officinale*) deshidratado, utilizadas como colorante y saborizante, con el objetivo de combatir la anemia en niños. Se analizaron tres formulaciones: F1 (30% harina de berro y 70% harina de trigo), F2 (20% harina de berro y 80% harina de trigo) y F3 (40% harina de berro y 60% harina de trigo). El tratamiento F1 resultó ser el más

adecuado, con una composición de 10,5% de proteína, 0,6% de fibra, 13,1% de extracto etéreo y 69,8% de extracto libre no nitrogenado. Además, presentó un contenido de vitamina C de 8,1464 mg/g.

Pazuña (2011) estudió el efecto de mejoradores de harinas en el desarrollo de masas para la elaboración de pastas con sustitución parcial de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*) y papa (*Solanum tuberosum*). Se utilizaron mezclas que consistían en 80% de harina de trigo y 20% de harina de papa, así como 70% de harina de trigo y 30% de harina de quinua. Estos compuestos afectarán la estabilidad y extensibilidad de las masas, lo que llevó a la adición de mejoradores como Glucosa Oxidasa, Granozyme Lipo 10, ácido ascórbico, estearoil lactilato de sodio, goma xantana y peróxido de benzoilo. Los hallazgos indicaron que los fideos elaborados con harina de papa mostraron una aceptación superior por parte de los consumidores, mientras que aquellos elaborados con harina de quinua presentaron un elevado contenido proteico.

2.2 Enfermedad celiaca (EC)

La enfermedad celíaca, también conocida como enteropatía sensible al gluten, es una intolerancia crónica a las proteínas presentes en el trigo, la cebada, el centeno y, posiblemente, la avena. Esta condición provoca daños en las mucosas intestinales y dificulta la absorción de nutrientes en personas con predisposición genética. El gluten, que es la proteína almacenada en estos cereales, actúa como el principal desencadenante de la enfermedad en la comunidad celiaca. Actualmente, el tratamiento más efectivo consiste en adoptar un estilo de vida estricto libre de gluten. La prevalencia de la enfermedad celiaca a menudo se encuentra subestimada; sin embargo, gracias al avance de las pruebas serológicas, se ha evidenciado que es una de las intolerancias alimentarias más comunes en diversas regiones del mundo. En las últimas décadas, una intensa investigación multidisciplinaria ha permitido importantes progresos en la comprensión y el manejo de esta enfermedad. Debido a la complejidad, un amplio espectro de expertos en medicina, tecnología alimentaria y derecho participa en el estudio de la enfermedad celiaca (Wieser et al., 2012).

2.2.1 Epidemiología y genética

Anteriormente, la enfermedad celíaca (EC) se consideraba una afección poco común en niños, con una prevalencia de aproximadamente 1 de cada 1000 a 2000 personas. Sin embargo, los exámenes serológicos modernos y las biopsias intestinales han revelado

que la CE es una de las intolerancias alimentarias más comunes en el mundo y puede aparecer a cualquier edad.

La enfermedad celíaca (EC) es más frecuente en Europa y en las regiones donde han inmigrado europeos, incluyendo Australia y América del Norte y del Sur. Los datos serológicos indican una alta prevalencia global en diversas áreas geográficas, que varía entre el 0,2% y el 1% (Wieser et al., 2012).

2.2.2 Características clínicas

La enfermedad celíaca (EC) se asocia con numerosos síntomas que pueden clasificarse en intestinales y extraintestinales, resultantes de la mala absorción de nutrientes esenciales. La manifestación clínica de la CE es muy variable, pudiendo ir desde asintomática hasta muy sintomática. Los síntomas típicos en los bebés incluyen diarrea, flatulencia, vómitos, retraso en el crecimiento y apatía. En niños y adolescentes, las manifestaciones clínicas suelen ser menos pronunciadas e incluyen principalmente diarrea, pérdida de apetito, fatiga, anemia, baja estatura y adolescencia tardía. Además de los síntomas clásicos, los adultos pueden experimentar efectos más severos debido a deficiencia de minerales y vitaminas, que incluyen anemia, dolores óseos, fracturas, osteoporosis, pérdida dental, problemas cutáneos, ceguera e infertilidad (Wieser et al., 2012).

2.2.3 Terapia de la enfermedad celíaca

Una vez que se establece el diagnóstico de enfermedad celíaca (EC), el tratamiento consiste en seguir una dieta estricta y libre de gluten de manera indefinida. La ingesta diaria de gluten debe ser inferior a 20 mg. Existen dos categorías de alimentos que pueden consumir las personas con EC. La primera incluye una amplia gama de productos como pescado, frutas y verduras. Sin embargo, es importante que eviten ciertos alimentos que pueden contener pequeñas cantidades de gluten, tales como salsas, sopas instantáneas, papillas y embutidos. En la segunda categoría, se encuentran los alimentos específicamente etiquetados como sin gluten (Wieser et al., 2012).

2.2.4 Productos especiales para dieta de celíacos

Wiesel et al., (2012) afirmaron que la adherencia estricta a una dieta sin gluten de por vida es fundamental para los pacientes con enfermedad celíaca. Esto implica evitar por completo productos que contengan centeno, cebada, avena y trigo, como pan, cerveza, pasta y productos horneados, y sustituirlos por alternativas sin gluten. Las materias primas utilizadas para elaborar estos productos alternativos son principalmente granos

no tóxicos, como el maíz y el arroz, así como granos andinos como la quinua y el trigo sarraceno. Sin embargo, muchos de los alimentos sin gluten disponibles en el mercado presentan una calidad inferior, con texturas, sabores y aromas menos agradables en comparación con los productos convencionales. Reemplazar el pan de trigo y la malta de cebada es uno de los mayores desafíos en una dieta sin gluten, representando un reto significativo para los tecnólogos de alimentos, panaderos y cerveceros.

2.3 Gluten

El gluten, que constituye aproximadamente el 80% de las proteínas de almacenamiento en el trigo, está compuesto principalmente por dos tipos de proteínas: gliadina y glutenina. La gliadina, una prolamina, contribuye a las características viscosas y la extensión de las masas, mientras que la glutenina, una glutelina, proporciona elasticidad y robustez. Cuando se añade agua a la harina de trigo y se mezcla, estas proteínas se unen para formar una masa viscoelástica (Villanueva, 2017).

Las proteínas gliadinas y gluteninas son las prolaminas del trigo, mientras que, en otros cereales, son otras las prolaminas presentes: secalinas (centeno), hordeínas (cebada) y aveninas (avena). Las prolaminas son las encargadas de la mala fama del gluten, ya que son las responsables de la reacción negativa de los celíacos al consumir algunos de estas cereales (Biesiekierski, 2017).

Según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, EFSA (EFSA, 2014), menciona que los productos que son etiquetados como “sin gluten” son aceptados siempre y cuando que no contenga más de 20mg/Kg de gluten (20 ppm). Esta es la cantidad considera como segura para las personas celíacos. Asimismo, los alimentos que contengan menos de 100 mg/kg de gluten pueden ser etiquetados como “contenido muy bajo de gluten”.

En el Perú según la norma NTP 209.038:2009, indica que los alimentos que causan hipersensibilidad, siempre deben declararse como tales; cereales que contienen gluten o sus variedades híbridas o productos de estos. En Perú, la norma NTP 209.038:2009 establece que los alimentos que pueden causar hipersensibilidad deben ser claramente declarados. Esto incluye cereales que contienen gluten, así como sus variedades híbridas.

2.4 Productos libres de gluten

El gluten desempeña un papel fundamental en el desarrollo de la estructura de los productos alimenticios, atributos que son valorados por los consumidores. La

eliminación del gluten de la harina base conlleva serios inconvenientes en el procesamiento, así como en la estructura y textura de los productos. Las masas y batidos sin gluten presentan una viscosidad y elasticidad diferentes a las de sus contrapartes con gluten, lo que dificulta su procesamiento y maquinabilidad en equipos diseñados para trabajar con masas que contienen gluten. Además, la composición nutricional de los productos libres de gluten puede diferir de la de sus contrapartes con gluten. Existen dos maneras de producir alimentos libres de gluten: la primera consiste en utilizar ingredientes que sean naturalmente libres de gluten, y la segunda implica remover el gluten de aquellos ingredientes que lo contienen. Es fundamental que estos componentes tengan un elevado contenido de carbohidratos. Entre los ingredientes sin gluten se incluyen cereales como el arroz, el maíz y el sorgo; granos andinos como la kiwicha y la quinua; así como raíces y tubérculos como la papa y la yuca. Estos ingredientes deben combinarse con agentes que retengan agua y espesantes, tales como goma de algarrobo, goma guar, pentosanos, goma xantana y almidones modificados. También se requieren agentes formadores de estructura y sabor, como proteínas de leche, soja y pescado, así como agentes tensioactivos, incluidos emulsionantes. Debido a estos requisitos, los productos sin gluten suelen tener un costo más elevado que aquellos que contienen gluten (Villanueva, 2017).

2.5 Harinas

A partir de la molienda y el tamizado de cereales, semillas, plantas y algunas legumbres, se obtiene el producto conocido bajo el nombre de harinas; a partir de ellas, se elaboran diversos productos, presentes en diferentes campos de la industria, de los que este estudio asume el de los alimentos en general, considerando la clasificación entre harinas convencionales y no convencionales (Hernández & Zapata, 2008).

Dolores (2019) refiere que la harina se puede obtener de distintos cereales. La harina de trigo es la más común, también se elabora harina de centeno, cebada, avena; y también hay otras clases de harinas derivados de otros alimentos como las leguminosas, lentejas, soya, entre otros.

2.6 Harinas convencionales

Las harinas convencionales se obtienen a partir de diversas fuentes, como la harina de trigo (Liu et al., 2016), así como derivados del maíz (Utrilla et al., 2014), soja (Delgado, 2014) y almidón de papa (Andújar et al., 2000). El almidón nativo es un excelente estabilizador de textura y regulador en sistemas alimentarios. Sin embargo, presenta algunas limitaciones, como una reducida resistencia al corte, vulnerabilidad a la

degradación térmica y una alta tendencia a la retrogradación, lo que restringe su uso en ciertas aplicaciones (Singh, 2007).

2.7 Harinas no convencionales

El término "harinas no convencionales" se refiere a aquellas que se obtienen de fuentes diversas y poco explotadas. Una de las principales características de estas harinas es que se incorporan a matrices alimentarias con el objetivo de enriquecer o mejorar la calidad del producto elaborado, ofreciendo beneficios que no se logran con la adición de harinas convencionales (Guevara, 2021). Estas harinas pueden provenir de diferentes fuentes de origen vegetal, tales como zapallo, aislado de proteína de guisante, arroz, quinua, teff, así como cáscaras de uva, zanahoria o remolacha. Las harinas no convencionales también se obtienen de fuentes como hongos, como la seta Enoki (*Flammulina velutipes*), de insectos, como las larvas de gusano o las pupas de gusano de seda (*Bombyx mori*), y de legumbres como arveja, lenteja, garbanzo, entre otros. Estas harinas representan una alternativa nutritiva, saludable e inclusiva para un segmento importante de la población con requerimientos especiales, así como para el desarrollo de alimentos con valor agregado. Están elaboradas a partir de materias primas que ofrecen Múltiples beneficios, convirtiéndolas en una opción ideal para quienes buscan mejorar su alimentación o tienen algún tipo de alergia alimentaria (INIA, 2024).

2.8 Quinua (*Chenopodium quinoa*)

2.8.1 Generalidades

La importancia de la quinua radica en su alta calidad alimenticia, el aprovechamiento de toda su planta y su amplia adaptabilidad a las condiciones agroecológicas. La quinua es considerada el alimento nutricionalmente más completo para el ser humano, a base de proteínas de la más alta calidad en el reino vegetal, con un balance ideal de aminoácidos esenciales, ácidos grasos (omega 3,6 y 9), vitaminas y minerales como calcio y hierro (Mújica & Jacobsen, 2007).

2.8.2 Taxonomía

Según, Mujica (1993) citado por (Cervantes, 2016) la clasificación taxonómica de la quinua (*Chenopodium quinoa*, Will) fue descrita como sigue:

- Reino: Vegetal
- División: Fanerógamas
- Clase: Dicotiledóneas

- Orden: Angiospermas
- Familia: Chenopodiáceas
- Género: *Chenopodium*
- Sección: Chenopodia
- Especie: *Chenopodium quinoa*, Will

2.8.3 Composición química

La quinua es un componente esencial en la alimentación andina; no tiene colesterol, no tiene grasa en el cuerpo, no provoca aumento de peso y su digestión es sencilla. Es un producto ecológico y natural. En terminaos nutricionales, es un producto de proteína vegetal asequible y posee un elevado valor nutricional gracias a su elevada cantidad de aminoácidos esenciales. Ya sea grano o harina, su aporte calórico es superior al de otros cereales, llegando a los 350 Cal/100g, lo que le convierte es un alimento habitual apto para lugares y épocas frías. Esta especie contiene de 14% a 20% de proteínas. 5,7% a 11,3% de grasa y 2,7% a 4,2% de fibra. Por tanto, es mayor que el trigo en proteína, lípidos y fibra (Apaza, 2005).

La tabla 1 presenta una comparativa de dos tipos de granos andinos comparado con otras variedades de granos.

Tabla 1

composición nutricional de quinua blanca (junín) y roja (pasankalla) con respecto a otros granos

Componentes	Quinua blanca (%)	Quinua roja (%)	Cebada (%)	Maíz amarillo (%)	Trigo (%)
Proteína	12,5	12,7	8,4	6,7	10,3
Lípidos	6,5	6,2	2,0	4,8	1,9
Carbohidratos	66,0	68,5	77,5	73,6	74,7
Fibra	10,0	6,9	17,3	3,8	12,2
Ceniza	2,2	2,5	2,4	1,4	1,5
Humedad	12,8	10,1	9,7	13,5	11,6

Nota. Adaptado de (Reyes, 2017)

La proteína de quinua presenta una proporción de aminoácidos más equilibrada en comparación con la de otros granos, destacando especialmente en lisina, histidina y metionina, lo que le confiere una alta calidad biológica. Su bajo contenido de prolamina

y glutenina significa que la quinua es naturalmente libre de gluten. Aunque esta característica limita su uso en la panificación, la harina de quinua resulta muy beneficiosa en la dieta de personas intolerantes al gluten, quienes pueden experimentar enfermedades y daños intestinales al consumirlo (Apaza, 2005).

La tabla 2 presenta la cantidad de proteínas presentes en diversas variedades de quinua germinada, expandida, perlada, harina, con escarificación y sin escarificación.

La Tabla 2 muestra la cantidad de proteínas en diferentes variedades de quinua, incluyendo quinua germinada, expandida, perlada y en forma de harina, así, como escarificada y sin escarificada.

Tabla 2

contenido de proteínas en diferentes variedades de quinua germinada, expandida, perlada, harina, escarificada y sin escarificada

Contenido de proteína en quinua (%)						
Variedad	Germinada	Expandida	Perlada	Harina	Escarificada	Sin escarificada
Blanca de Juli	15,16	9,47	14,73	14,2	13,44	14,73
Salcedo INIA	13,35	12,62	14,49	13,9	13,79	14,49
Kancolla		6,9	13,32		12,50	14,73

Nota. Adaptado de (laboratorio UNA-Puno, 2004)

La Tabla 3 presenta la composición de aminoácidos de la quinua en relación con otros nutrientes. Es importante destacar que la quinua es uno de los pocos cereales que contiene aminoácidos esenciales, en particular lisina, que son limitados en otros cereales y son fundamentales en la dieta.

Tabla 3

Composición de aminoácidos de proteína de quinua, soya, trigo, y origen animal expresadas en (mg de aminoácidos / g de proteína)

Aminoácidos	Quinua	Soya	Trigo	Huevo	Carne	Leche
Histidina	31	28	25	22	34	27
Isoleucina	53	50	35	54	48	47
Leucina	63	86	71	86	81	95
Lisina	64	70	31	70	89	78
Metionina + Cistina	28	28	43	57	40	33
Fenilalanina + Tirosina	72	88	80	93	80	102
Treonina	44	42	31	47	46	44
Triptófano	9	14	12	17	12	14
Valina	48	52	47	66	5	64

Nota. Adaptado de (Apaza, 2005)

La quinua es una fuente rica en grasas insaturadas, incluyendo ácido linoleico (omega 6) en un 50,24%, ácido oleico (omega 9) en un 26,04% y ácido linolénico (omega 3) en un 4,77%. Estos ácidos grasos son especialmente importantes para los vegetarianos, ya que contribuyen a la salud cardiovascular y la función celular. Además, el aceite de quinua es notable por su contenido de tocoferoles, un grupo de compuestos con propiedades antioxidantes. Estos antioxidantes no solo benefician la salud al combatir el estrés oxidativo, sino que también ayudan a prolongar la vida útil de los productos, lo que los convierte en un recurso valioso en la alimentación humana (Espinoza et al., 2001).

La Tabla 4 muestra el contenido de ácidos grasos de la quinua, destacando que es uno de los pocos cereales que contiene ácidos grasos esenciales como el linoleico (omega 6) y el linolénico (omega 3). Estos ácidos grasos son fundamentales para el desarrollo y la función del cerebro humano, contribuyendo a la salud cognitiva.

Tabla 4

Contenido de ácidos grasos en la quinua (g de ácidos grasos / 100 g de grasa)

Ácidos Grasos	Quinua de Junín	Quinua sin lavar
Linoleico (C18:2)	7,4	52,3
Oleico (C18:1)	46	24,8
Linolénico (C18;3)	0	3,9
Mirística (C14:0)	0	0,1
Palmítico (C16:0)	15,2	7,7
Esteárico (C18;0)	31,3	0,6
Alquídico (C20:0)	0	0,4
Palmitoleico (C16;1)	0	0,2

Nota. Adaptado de (Espinoza et al., 2001)

2.8.4 Saponina de la quinua

Las saponinas son el principal factor antinutricional en las semillas de quinua, presentes en la cáscara y clasificadas como glucósidos triterpenoides. Estas sustancias son responsables del sabor amargo de la quinua y poseen un cierto grado de toxicidad que protege a la planta de aves e insectos. El contenido de saponinas en la quinua varía aproximadamente entre el 1,0% y el 1,2%, dependiendo de la variedad. Se han identificado hasta diez tipos diferentes de saponinas en la quinua, siendo las más relevantes el ácido oleanólico, la hederagenina y el ácido fitolacagénico. Afortunadamente, estas saponinas pueden ser eliminadas mediante un proceso de saponificación, que consiste en frotar los granos de quinua con agua corriente hasta que ya no se forma espuma, lo que permite reducir su amargor (Chauhan et al., 1992).

Dichos glucósidos tienen efectos beneficiosos al reducir los niveles de colesterol en la sangre y prevenir la absorción del colesterol de la dieta. Tienen efectos hipocolesteromizantes y se ha demostrado que tiene capacidad hemolítica. No son absorbidos en el intestino y afectan la absorción de zinc y hierro. Las saponinas forman espumas persistentes en soluciones acuosas, incluso en concentraciones tan bajas como el 0,1%. Debido a esta propiedad, se han utilizado ampliamente en una variedad de productos, incluyendo bebidas suaves, cerveza añeja, champú, jabón, y extintor de incendios (Hernández, 1997)

La tabla 5 presenta la composición de anti nutrientes de la quinua en comparación con *Amaranthus paniculatus*, frijol de soya y lenteja.

Tabla 5

Composición de anti nutrientes de la quinua con respecto a otras especies

(Amaranthus paniculatus, frijol de soya y lenteja)

Grano	Anti nutrientes			
	Saponina (mg/g)	Ácido fítico (mg/g)	Taninos (%)	Inhibidores de tripsina (mg)
Quinua entera	2,1 – 9,0	10	0,5	1,4 – 5,0
Limpiado y lavado	3,0	–	–	–
<i>Amaranthus paniculatus</i>	Trazas	5 – 6	0,04 – 0,3	0,5
Frijoles de soya (Glycine Max)	4	8 – 2	1,02	24,5 – 41,5
Lenteja (Lens esculenta)	–	8	–	17,8

Nota. Adaptado de (Chauhan et al., 1992)

2.8.5 Harina de quinua

Es el producto de la molienda del grano, o sea, pulverizado a gran velocidad con un ventilador para generar materia de alta calidad para panificación. Diversas referencias señalan que la mayoría de los productos de la industria de la harina se fabrican con granos enteros y harina de quinua. Estudios realizados en la región andina y en otras áreas han demostrado que es viable incorporar entre un 10% y un 40% de harina de quinua en la elaboración de pan, un 40% en pastas, un 60% en bizcochos y hasta un 70% en galletas. Estas proporciones destacan la versatilidad de la harina de quinua como un ingrediente nutritivo y funcional en productos de panadería y pastelería (Jacobson, 2006).

2.9 Tarwin (*Lupinus mutabilis* Sweet)

2.9.1 Generalidades

Es una leguminosa ampliamente utilizada en la alimentación humana, destacándose entre los alimentos nativos por su alto contenido de proteínas y aceites en todo el mundo. Sin embargo, antes de su consumo, es necesario tratar el grano para eliminar las sustancias antinutrientes que posee, las cuales actúan como defensas naturales contra el ataque de insectos. Estas sustancias son alcaloides, principalmente esparteína, lupanidina. La importancia de esta leguminosa radica también en su elevado

contenido lipídico, lo que le ha valido el apodo de "la soya de los Andes" (Mújica & Jacobsen, 2006).

2.9.2 Clasificación taxonómica de tarwi

Según Tapia (2015), la clasificación taxonómica de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) se refiere a continuación:

- Orden: Fabales
- Suborden: Leguminosae
- Familia: Fabaceae
- Subfamilia: Faboideae
- Tribu: Genisteae
- Género: Lupinus
- Especie: *Lupinus mutabilis Sweet*

2.9.3 Composición química de tarwi

El tarwi es una leguminosa que contiene una gran cantidad de alcaloides, responsables de su sabor amargo. Cuando se consume sin la extracción de estos alcaloides, puede resultar en una baja biodisponibilidad de nutrientes, lo que limita su valor nutricional (Tapia, 1997).

La semilla de tarwi posee un elevado porcentaje de proteínas y grasa, superando el 40% y 20% respectivamente; aunque la proteína es elevada, existe una carencia de aminoácido esencial metionina que disminuye la calidad proteica de tarwi; no obstante, cuando el tarwi se combina con otros granos andinos, se transforma en un alimento completo en cuanto a la proteína. Los aceites de tarwi posee una alta calidad. Por lo general, esta especie proporciona una gran cantidad de energía y favorece el crecimiento y desarrollo, dado que la cantidad de proteínas y grasa es casi el doble en relación a otras leguminosas (Tapia & Fries, 2007).

La tabla 6 muestra la composición química de la semilla de tarwi amargo y desamargo, destacando que el contenido de proteína aumenta tras el proceso de desamargo.

Tabla 6*Composición química de la semilla de tarwi amargado y desamargado*

Composición	Amargo (%)	Desamargo (%)
Humedad	9,90	73,63
Proteína	41,20	51,07
Ceniza	3,98	2,38
Grasa	17,54	20,44
Fibra	6,24	7,35
Calorías	-	5839,00
Carbohidratos	30,88	18,75
Materia seca	90,10	26,37
Alcaloide	3,11	0,08

Nota. Adaptado (Tapia et al., 2002)

Desde el punto de vista nutricional, el tarwi es una leguminosa que presenta un alto contenido de proteínas y grasas. En la tabla 7 se muestra su composición nutricional en comparación con la soya, el frijol y el maní.

Tabla 7*Composición nutricional de tarwi en comparación con soya, frejol y maní*

Composición	Tarwi (%)	Soya (%)	Frejol (%)	Maní (%)
Proteína	51,75	40,00	22,00	27,00
Grasa	20,44	18,00	1,60	42,00
Fibra	7,35	4,00	4,30	2,00
Ceniza	2,38	5,00	3,60	2,00
Humedad	9,00	8,00	12,00	12,00

Nota. Adaptado de (Tapia et al., 2002)

La tabla 8 muestra el contenido de aminoácidos de tarwi en comparación de soya, frejol y maní.

Tabla 8*Contenido de aminoácidos de tarwi (mg aminoácidos/g Nitrógeno total)*

Aminoácidos	Tarwi	Soya	Frejol	Maní
Isoleucina	274	284	262	211
Leucina	449	486	476	400
Lisina	331	399	450	221
Metionina	47	79	66	72
Cistina	87	83	53	78
Fenilalanina	231	309	326	311
Tirosina	221	196	158	244
Treonina	228	241	248	163
Triptófano	110	80	-	65
Valina	252	300	287	261
Arginina	594	452	355	697
Histidina	163	158	177	148
Alanina	221	266	262	243
Acido aspártico	685	731	748	712
Acido glutámico	1372	1169	924	1141
Glicina	259	261	237	349
Prolina	257	343	223	272
Serina	317	320	347	299

Nota. Adaptado de (Tapia et al., 2002)**2.9.4 Lípidos de la semilla de tarwi**

De la cantidad total de grasa presente en la semilla de tarwi, el 30% corresponde a ácidos grasos esenciales, destacándose como una fuente valiosa de ácido linoleico (omega 6) con un 28,17% y ácido linolénico (omega 3) con un 2,54%. Estos ácidos son imprescindibles para el cuerpo humano (Cruz, 2006).

En la tabla 9, se observa que el contenido de ácidos grasos en las semillas de tarwi amargado, desamargado y dulce.

Tabla 9

Contenido de ácidos grasos en la semilla de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) amargo, desamargado y dulce

Ácidos Grasos totales	Amargo (%)	Desamargado (%)	Semidulce (%)
Mirístico	0,60	Trazas	0,30
Palmitico	13,40	11,28	9,80
Palmitoleico	0,20	0,16	0,40
Esteárico	8,52	7,30	7,80
Oleico (omega 9)	54,00	52,53	53,90
Linoleico (omega 6)	37,10	28,40	25,90
Linolénico (omega 3)	3,03	2,98	2,60
Araquídico	0,20	-	0,60
Behémico	0,20	-	0,50

Nota. Adaptado de (Villacrés et al., 2010)

Debido a sus propiedades nutricionales, el tarwi se considera un cultivo importante para la seguridad alimentaria y tiene un gran potencial en el procesamiento de derivados, como la obtención de harina de tarwi para la panificación. Este aspecto es fundamental, ya que se han realizado ensayos de panificación que demuestran que es recomendable sustituir hasta un 10% de la harina de trigo sin que se vea afectada la calidad del pan en términos de volumen, textura, aroma, suavidad, color de corteza, simetría de forma y sabor. Además, el pan elaborado con un 80% de harina de trigo, 10% de quinua y 10% de tarwi resultó ser el más económico (Mujica & Jacobsen, 2006).

2.9.5 Toxicidad de tarwi

El lupino contiene varios alcaloides, de los cuales 25 pertenecen al grupo de los quinolizidínicos, lo que limita su consumo tanto en animales como en humanos. Entre estos, la lupanina es el principal alcaloide presente en la semilla de tarwi. De todos los alcaloides, la lupanina es el más tóxico, con una dosis letal de 22-25 mg/g. Le sigue la esparteína, que es un 5% menos tóxica, y la hidroxilupanina, que es diez veces menos tóxica que la lupanina (Mujica et al., 2001).

Se han identificado una vez componentes nitrogenados en el lupino, siendo la lupanina el componente mayoritario, seguida de la esparteína, la 4-hidroxilupanina y la 13-hidroxilupanina. Los alcaloides restantes representan menos del 5% del total. Entre ellos, la N-metil-angustifolina y la 13-angeloil-oxilupanina que son altamente lipofílicas.

La intoxicación aguda en adultos puede ocurrir con el consumo de 7 kg de semilla desamargada que contiene un 0,01% de residuos de alcaloides. En cambio, el consumo de 2,5 kg de semilla con un contenido residual de alcaloides inferior al 0,1% no produce daño alguno (Mujica et al., 2006).

2.9.6 Proceso de desamargado

El grano de tarwi en su estado crudo tiene un sabor amargo debido a la presencia de alcaloides como la lupinina, esparteína, lo que lo hace no apto para el consumo de aves, rumiantes, insectos y humanos. Por esta razón, es esencial realizar un proceso de desamargado (deslupinación) antes de su consumo. Una vez desamargado, el grano adquiere un sabor agradable y una textura suave. Tras la eliminación de la testa, los granos presentan un color cremoso (Jacobsen & Mujica, 2006).

2.9.6.1 Desamargado manual

El proceso de desamargado del tarwi es bastante sencillo y no requiere de equipos ni tecnologías costosas. Para el consumo familiar, se debe remojar aproximadamente tres kilogramos de granos de tarwi en recipientes de alrededor de 18 litros durante un periodo de 12 horas. Este remojo provoca que los granos se hinchen y aumenten de volumen. Luego, se cocina una hora aproximadamente, realizando dos cambios de agua cada 30 minutos una vez que comienza a hervir. Durante este proceso el agua adquiere un color amarillo marfil y un sabor amargo. Seguidamente, este líquido se enfría y se guarda en botellas para su uso como repelente de plagas. Para eliminar completamente el sabor amargo de los granos tras la cocción, se escurren se enfrían y se sumergen en agua corriente (como la de lagos, ríos o manantiales) durante un periodo de 2 a 3 días (Jacobsen & Mujica, 2006). En los hogares urbanos, se sigue un proceso similar, colocando previo cocido de grano en recipientes de 18 litros y remojando en agua potable, realizando cambios cada seis horas; en este caso, se requiere cinco días para eliminar el amargor. Una vez desamargado, el grano tiene un sabor agradable y carece de olor, por lo que se puede consumir directamente o utilizar en diversas preparaciones (Jacobsen & Mujica, 2006). Sin embargo, es importante tener en cuenta que este proceso conlleva la pérdida de una cantidad significativa de materia seca, así como hasta un 16% de proteína y un 12% de grasa; estas pérdidas pueden ser aún mayores si se utilizan cal, ceniza o sal (Tapia & Fries, 2007).

2.9.6.2 Procedimiento cuzco

El método actualmente utilizado para el desamrgado del grano es conocido como el procedimiento Cuzco. Este proceso implica la hidratación del grano durante un periodo de 18 hora, seguido de una cocción de 40 minutos. Durante la cocción, se añaden 50 gramos de ceniza de tallo de quinua por cada 10 kg de lupino, lo que permite disolver entre el 60% y el 70% de los alcaloides presentes. Posteriormente, se analiza un lavado mecánico, dividido en ocho ciclos de 10 minutos cada uno, cambiando el agua cada dos ciclos, hasta lograr que el grano este completamente desamargado y se eliminen los alcaloides restantes. Este método resulta en una reducción de las pérdidas de proteínas y aceites de entre el 50% y el 60% en comparación con los procesos convencionales, logrando disminuir los alcaloides a niveles de 0,01 a 0,03% (Tapia, 1997).

2.9.6.3 Desamargado industrial

El proceso que se describe para el tratamiento de semillas de tarwi es bastante detallado y abarca varias etapas clave. Comienza con la selección, clasificación y limpieza de las semillas, asegurando que solo las de mejor calidad sean utilizadas. La hidratación durante 12 horas es esencial para activar los procesos metabólicos de las semillas. Luego, se produce a la cocción en un cilindro con llave de salida o en olla de presión, lo que ayuda a eliminar anti nutrientes y mejorar la digestibilidad. El secado puede ser al sol o a través de corriente de aire caliente. Finalmente, las semillas se almacenan y empacan adecuadamente (Jacobsen & Mujica, 2006).

2.9.7 Harina de tarwi

La harina de tarwi desamargado presenta una coloración amarillo pálido, con un contenido proteico superior al 49% y un nivel de lípidos de aproximadamente 28%. En relación al sabor de los granos, un breve proceso de tostado antes de la molienda puede mejorar notablemente su perfil gustativo (Gross et al., 1988), citado por Sánchez y Valderrama (2009).

La presencia de aceite y humedad en el grano complica el proceso de molienda, por lo que recomiendan evitar temperaturas elevadas durante el procesamiento y trabajar con humedad por debajo del 8% para evitar la pérdida de aceite y la adherencia de la harina en el molino. También se observó que la harina integral de chocho presentaba más problemas durante la molienda debido a la enorme elasticidad de la cáscara (Mujica et al., 2002).

2.10 Berro (*Nasturtium officinale*)

2.10.1 Origen

El berro (*Nasturtium officinale*) es una especie cosmopolita de origen europeo que se ha establecido en diversas regiones del mundo. Su capacidad de propagación tanto vegetativa como por semillas, junto con su adaptación a una amplia variedad de hábitats y su aclimatación a diferentes condiciones de luz, son características que han facilitado su uso generalizado (Going et al., 2008).

2.10.2 Taxonomía

De acuerdo a United States Department of Agriculture (2021), el berro (*Nasturtium officinale*) se clasifican como sigue a continuación:

- Reino: Plantae
- Reino: Plantae
- Subreino: Tracheobionta
- Superdivision: Spematophyta
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Dileniidae
- Orden: Capparales
- Familia: Brassicaceae
- Género: *Nasturtium* R. Br.
- Especie: *Nasturtium officinale*

2.10.3 Descripción botánica

El berro es una planta acuática perenne que puede ser rastrera o flotante. Presenta tallos ramificados, huecos y succulentos, y generalmente tiene raíces en los nudos. Las hojas son pinnadas, de 5 a 15 cm de ancho, con 3 a 11 folíolos ovados a orbiculares, que tienen bordes casi enteros; el folíolo terminal es el más grande. La inflorescencia se presenta en racimo, con flores que tienen pétalos blancos de 3 a 5 cm de largo. Las semillas se encuentran dentro de silicuas rectas y encorvadas, de 1 a 2 cm de largo por 2 a 2,5 mm de diámetro, y están dispuestas de manera divergente o ligeramente levantadas sobre pedicelo (CONABIO, 2021).

Figura 1

Botánica de berro



Nota. Fundación Galicia verde (2001)

2.10.4 Composición química

El berro, al igual que otras verduras de hoja verde, es una de las hortalizas más nutritivas. Es una excelente fuente de vitaminas B1, B2, B6, E y C, así como de caroteno y manganeso. Además, proporciona fibra, hierro, cobre y calcio. Esta hortaliza contiene tres veces más calcio que fósforo, lo que es especialmente relevante, ya que un alto consumo de fósforo se ha asociado con la osteoporosis (Saavedra et al., 2011).

El berro es uno de las hortalizas que presenta alto contenido de vitamina C, un antioxidante muy importante para el cuerpo humano; en la tabla 10, se muestra la composición química de berro comparado con espinaca y acelga.

Tabla 10

Composición química de berro comparado con espinaca y acelga por 100g

Elemento	Berro	Espinaca	Acelga
Calorías (Kcal)	31	30	8
Proteína (g)	3,4	4,8	2,1
Grasa (g)	0,8	1,4	0,1
Carbohidratos (g)	5,0	4,7	3,2
Agua (g)	89,3	86,9	93,3
Calcio (g)	234		90
Fosforo (mg)	66		46
Hierro (mg)	6,5	21,29	14,40

Vitamina A (ug)	235	488	163
Niacina (mg)	1,06		0,56
Vitamina C (mg)	105,6		9,29

Nota. Adaptado de (Reyes, 2017)

2.10.5 Beneficios para la salud

Las hojas y los tallos de los berros acumulan muchos fitonutrientes con propiedades preventivas de enfermedades y beneficiosas para la salud. Por ser bajo en calorías y muy bajo en grasas, se recomienda para programas de adelgazamiento y control del colesterol (Saavedra et al., 2011).

A. Glucosinolatos

Las hojas y tallos de los berros contienen gluconasturtina (2-feniletilo glucosinolato), un compuesto que pertenece al grupo de los glucosinolatos, presentes en todas las hortalizas de la familia Brassicaceae. Este compuesto es responsable del sabor y aroma característicos de los berros. Además, se ha sugerido que puede contribuir a reducir el daño al ADN y tener propiedades anticancerígenas (Saavedra et al., 2011).

B. Vitaminas

Los berros frescos son una excelente fuente de vitamina C (ácido ascórbico), superando en contenido a muchas frutas y verduras. Como potente antioxidante, esta vitamina neutraliza los radicales libres y las especies reactivas de oxígeno gracias a sus propiedades reductoras. Además, la vitamina C desempeña un papel crucial en el mantenimiento del tejido conectivo, previene la deficiencia de hierro y ayuda a formar defensas del cuerpo contra organismos infecciosos.

C. Minerales

El berro es una fuente rica en minerales, especialmente calcio, que es esencial para la formación de huesos y dientes, así como para la regulación del ritmo cardíaco y la función muscular. El consumo regular de berros en la dieta puede ayudar a prevenir condiciones como la osteoporosis, la anemia, la deficiencia de vitamina A y enfermedades cardiovasculares, así como a reducir el riesgo de cáncer de colon y próstata. Además, el berro contiene un alto nivel de azufre, superado solo por el rábano, lo que contribuye a la absorción de proteínas, la purificación de la sangre y la formación de células (Saavedra et al., 2011).

2.11 Papa (*Solanum tuberosum*)

2.11.1 Generalidades

La papa es un alimento asociada a las culturas más antiguas de nuestra historia, cuando los primeros habitantes del Perú (cazadores, recolectores y nómadas) recolectaban los tubérculos de especies silvestres muy extendidas en nuestro territorio. Cuando se inició la agricultura hace 10000 u 8000 años, se cultivaban diferentes variedades de papas silvestres en “chacras primitivas” (Egúsquiza, 2000).

la papa es una planta herbácea que produce tubérculos que puede variar en color, tamaño, sabor e incluso propiedades culinarias. Es considerada como el cuarto cultivo más importante del mundo (CIP, 2006).

2.11.2 Clasificación botánica

A continuación, se describe la clasificación botánica de la papa (*Solanum tuberosum*) descrita por CIP (2000).

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Asteridae
- Orden: Solanales
- Familia: Solanaceae
- Género: Solanum
- Especie: *S. Tuberosum*

2.11.3 Composición química y nutricional de la papa

Las papas son ricas en nutrientes y relativamente baja en calorías, prácticamente sin grasa y colesterol, alta en potasio y vitamina C, la que convierte esa capacidad de combatir los resfríos y gripes. Las papas son ricas en almidón, por tanto, es una gran fuente de energía, ya que los carbohidratos son necesarios para prevenir la fatiga y desequilibrios nutricionales (INIA, 2014).

La papa es uno de los tubérculos que presenta proteínas, minerales y vitaminas, en la tabla 11, se observa el contenido de nutricional de la papa.

Tabla 11*Composición nutricional de la papa*

Componente nutricional	Papa
Energía	126 kcal
Carbohidratos	27 g
Grasa	0,17 g
Proteína	3,15 g
Fibra	2,1g
Vitamina C	0,5 mg
Vitamina B6	0,58 mg

Nota. Adaptado de (INIA, 2014)

2.11.4 Otros aportes nutricionales de la papa

- A. Fenoles:** Los polifenoles son antioxidantes esenciales en nuestra alimentación, y las papas representan una fuente significativa de estos compuestos, que ofrecen diversas propiedades beneficiosas para la salud. Investigaciones indican que las papas son la tercera fuente de fenoles, solo superadas por la manzana y la naranja. Estos compuestos se encuentran tanto en la piel como en la pulpa de las papas (INEI, 2014).
- B. Flavonoides:** los flavonoides son otros compuestos con propiedades antioxidante que contribuyen a la salud. Aunque las papas no contienen Otros compuestos con actividad antioxidante y, por lo tanto, promotores de una cantidad tan alta de flavonoides en comparación con otros alimentos, su consumo frecuente las convierte en una buena fuente de estos. Las variedades de papa de colores tienen mayor concentración de flavonoides, lo que ha llevado a su uso como colorantes naturales y antioxidantes en la industria alimentaria, sustituyendo así a los colorantes artificiales y promoviendo la salud humana (INIA, 2014).
- C. Carotenoides:** Las papas son también una excelente fuente de carotenoides. En este sentido, las papas blancas presentan una menor concentración de carotenoides en comparación con las papas amarillas. Los carotenoides poseen diversas propiedades beneficiosas, entre las cuales se incluyen:
- Actividad Pro vitamina A
 - Antioxidantes
 - Activan el sistema inmune
 - Protección de la piel ante la luz ultravioleta

- Promueve la comunicación intercelular
- Aumenta la agudeza mental
- Reduce los riesgos de cáncer
- Reducen riesgos de enfermedades cardiovasculares (INIA, 2014).

2.11.5 Papa blanca Yungay

El nombre "Yungay" está directamente relacionado con el distrito homónimo, situado en la región norte del país. La ciudad de Yungay, que sirve como capital del distrito, se encuentra a una altitud de 2500 msnm. Esta variedad de papa es también conocida localmente como "papa blanca" y se destaca como una de las variedades con mayor valor comercial.

En cuanto a su valor nutricional, la papa Yungay es comparable a otras variedades, como la papa semi blanca. Por ejemplo, una papa mediana asada y con cáscara puede proporcionar aproximada:

- ✓ 130 calorías
- ✓ 29 g de carbohidratos
- ✓ 3 g de fibra
- ✓ 0 g de grasa
- ✓ 3 g de proteína
- ✓ 4 mg de vitamina C (29%)
- ✓ 3 mg de vitamina B6 (15%)
- ✓ 4 mcg de folato (13%)
- ✓ 751 mg de potasio (21%)
- ✓ 3 mg de manganeso (13%)
- ✓ 103 mg de fósforo (10%)

A pesar de su menor cantidad, las papas también contienen vitaminas y minerales esenciales, como la vitamina B1, B3, K, así como hierro, magnesio, cobre y zinc. Gracias a su rico contenido de nutrientes, especialmente de vitamina C, el consumo de papa Yungay puede ofrecer propiedades beneficiosas para la salud (Leyva, 2019).

2.11.6 Pure de papa

La masa elaborada a partir de la papa o patata se obtiene mediante un proceso de aplastado, machacado y triturado. Este alimento procesado consiste en papas que han sido hervidas, convertidas en puré y posteriormente secadas, presentándose en forma de polvo o copos. Para su consumo, se puede mezclar con agua o leche (Fuentes et al.,

2009). Los alimentos vegetales son consumidos en diversas formas, desde frescos hasta aquellos que han sido sometidos a preparaciones convencionales como el puré. En particular, en los países desarrollados, el consumo de papa está cambiando de la forma fresca a productos procesados que, basados en la papa, ofrecen un alto valor añadido. La papa se considera una excelente materia prima para una amplia gama de platos preparados. Dado que los productos procesados de papa tienden a tener poca variación en color y sabor, la textura se convierte en un aspecto crucial a evaluar en términos de calidad (Ghannam & Crowley, 2006).

2.12 Pastas alimenticias

Según la NTP 206.010.1981; revisado en 2011; "Las pastas alimenticias son productos obtenidos mediante el secado adecuado de las diferentes figuras que se forman a partir de la masa sin fermentar elaborados con derivados de trigo".

Habitualmente el trigo usado es del tipo duro, lo que le da a la pasta una textura firme y un alto valor nutritivo. El trigo se muele en granos gruesos llamados sémola, otros granos más pequeños llamados semolato y harina, que se convierte en la materia prima para hacer pasta alimenticia.

Según la Organización Internacional de la Pasta, este alimento se define como aquel elaborado a partir de sémola (harina) de trigo duro, mezclada con agua y, en ocasiones, con huevos. La mezcla se amasa, moldea y seca, y posteriormente, antes de su consumo, se hierve en la cocina (IPO, 2010).

2.12.1 Clasificación de pasta alimenticia

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

A. Por el contenido de humedad

- Pasta seca: Pasta con un contenido de humedad igual o menor a 14%.
- Pasta fresca: Pasta con un contenido de humedad igual o menor a 35%.

B. Por proceso de elaboración

- Fideo tipo Nápoles: Fideos obtenidos en el proceso de moldeo usando boquillas de distintas formas
- Fideo tipo Bologana: Fideos obtenidos por el proceso de laminado.
- Fideos especiales: Fideos que contienen agregado cantidades variables de gluten, huevos, vitaminas, minerales, verduras u otros elementos nutritivos perimidos con el fin de mejorar sus cualidades dietéticas.

C. Por su forma

- Fideos rosca y nido: Fideos largos de presentación en forma de madejas.
- Fideo largo o tallarín: Fideos de tipo Nápoles o Bologna de tamaño y forma variable, con o sin hueco, de sección redonda, ovalada, rectangular u otros. Su dimensión principal es la longitud.
- Fideos cortados: Fideo de tipo Nápoles o Bologna de tamaño y forma, sin característica definidas de dimensión; son más pequeñas que largos o tallarines.
- Fideos pastina: Fideos de tipo Nápoles o Bologna que se caracteriza por su aspecto menudo.

D. Por su presentación

- A granel y
- Envasado

2.12.2 Características de la calidad de las pastas alimenticias

Según Felder (2003), las características de calidad de la pasta son fijados por la aceptación de los productos en el mercado, y deben ser considerados de la siguiente manera:

- **El color:** La coloración amarillenta es más apreciada. Esto muestra la existencia de carotenos en el trigo y la coloración rojiza o marrón es considerada desfavorables.
- **El aspecto:** Las grietas, las manchas rojas y marrones se consideran defectos.
- **La textura:** Mantener la textura adecuada antes, durante y después de la cocción de la pasta.
- **La firmeza:** moderadamente resistente a la presión normal de los dientes (pasta al dente) después de la cocción. La cohesión de la pasta cocida se debe a la presencia de gluten que forma una red.
- **La elasticidad:** la propiedad de volver a su forma original después de la deformación.
- **La pegajosidad:** La propiedad de adherirse a otras pastas u otros ingredientes después de la cocción. Hay poca pérdida de sustancia durante el proceso de cocción y se libera algo de almidón y proteína.

2.12.3 Normas de la calidad de las pastas y fideos

Según la norma técnica peruana NTP 206.010.2016; las pastas y fideos apto para consumo humano, indica lo siguiente:

- ✓ La harina o sémola de trigo utilizado para la elaboración de pastas y fideos, deberán cumplir con la NTP205.064 y NTP 205.032, respectivamente.
- ✓ Se permite usar solamente la masa fresca para la preparación de productos y no debe tener desperdicios de procesos anteriores.
- ✓ Se podrá usar aditivos en las dosis permitidas por la autoridad competente.
- ✓ Las pastas o fideos deberán estar libres de suciedad como: Impurezas de origen animal, insectos muertos o vivos; en cualquiera de sus estados de tal manera que no represente un peligro para la salud humana.
- ✓ Los fideos al huevo deberán elaborarse con un mínimo de tres huevos frescos por kilogramos de pasta seca o su equivalencia en huevos deshidratados (base 15% de humedad).
- ✓ Los fideos de gluten deberán elaborarse a base de harina de trigo, privada parcialmente de su almidón y reforzado con gluten en polvo. No deberán de contener menos de 25% de proteína ni más de 50% de almidón (base 15% de humedad).
- ✓ Las pasta o fideos deberán estar exentas de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana; deberán cumplir con los límites establecidos por la autoridad competente o en su defecto por el Codex Alimentarius.
- ✓ Los requisitos microbiológicos en pasta o fideos, deberán estar exentos de microorganismos patógenos.
- ✓ Los requisitos sensoriales que deben cumplir las pastas o fideos para consumo humano tendrán un color, sabor y olor característico al producto. Asimismo, estarán libres de sabores y olores indeseables como agrio, amargo y rancio. Se evaluarán según el método de ensayo establecido por la norma NTP-ISO 6658 o NTP_ISO 4121.

2.12.4 Requisitos fisicoquímicos de pastas o fideos

De acuerdo con la norma NTP 206.010:2016, las pastas destinadas al consumo humano deben cumplir con ciertos requisitos fisicoquímicos, los cuales se detallan en la tabla 12.

Tabla 12*Requisitos físico químicos de las pastas o fideos*

Requisitos	Tipo de fideos		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 expresará en % de ácido láctico y sobre la base de 14g/100g de humedad (35g/ 100 g, en el fideo fresco). Fuente: Norma NTP 206.010.2016

2.12.5 Requisitos microbiológicos para pastas o fideos secos

Las pastas contaminadas pueden representar serios problemas para la salud. Según la norma NTP 206.010:2016, las pastas destinadas al consumo humano deben cumplir con ciertos requisitos microbiológicos, que se detallan en la tabla 13.

Tabla 13*requisitos microbiológicos para pastas o fideos secos*

Microorganismo	c	n	m	M	Método de ensayo
					ISO 21527-2
Mohos (ufc/g)	2	5	10 ²	10 ³	FDA/BAM Cap. 18 AOAC 997.02
Coliformes (ufc/g)	2	5	10	10 ²	ISO 4832 FDA/BAM Cap. 4 AOAC 991.14
Staphylococcus aureus (uf/g)	1	5	10 ²	10 ³	ISO 6888-3 FDA/BAM Cap. 12 AOAC 975.55
Clostridium perfringens (*) (ufc/g)	1	5	10 ²	10 ³	ISO 7937 FDA/BAM Cap. 16 AOAC 976.30
Salmonella sp. en 25 g	0	5	Ausente		ISO 6579/Cor 1/EGmd 1 FDA/BAM Cap. 05 AOAC 978.24

Nota. (*) Sólo para pastas con relleno de carne. Fuente: NTP 206.010:2016

Donde:

- ✓ Número de unidades de muestras (n)
- ✓ Número máximo de unidades rechazadas, comprendidas entre m y M (c)

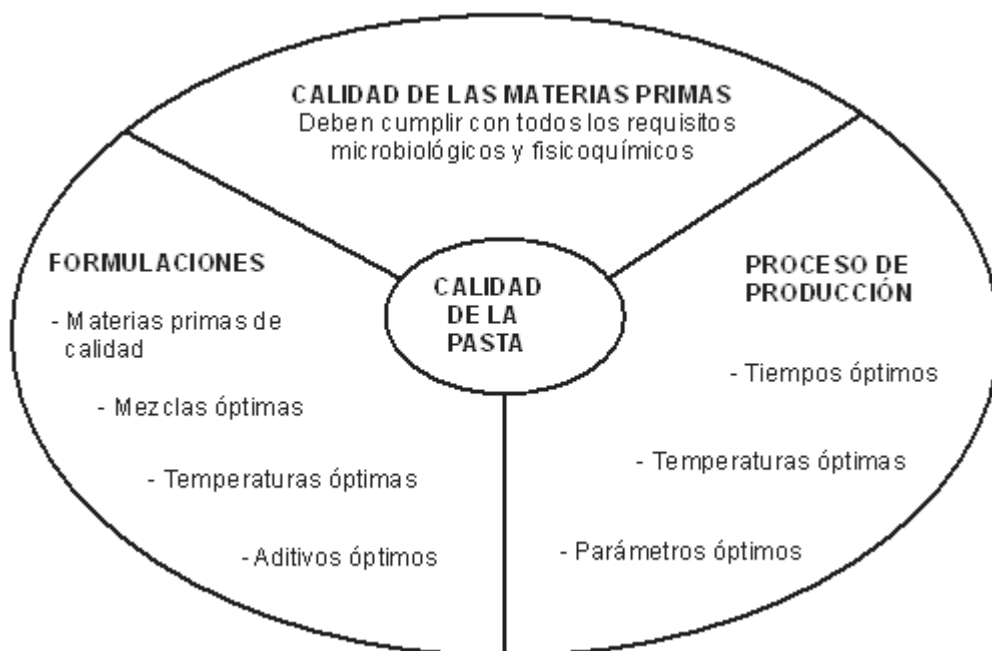
- ✓ Limite microbiológico los valores inferiores a “m” representan un producto aceptable (m)
- ✓ Los valores del recuento microbiano si son superiores a “M” son lotes inaceptables (M)

2.12.6 Elaboración de pasta alimenticia

La calidad de la pasta es fundamental y depende de varios factores, incluyendo la materia prima, el proceso de elaboración y la formación del personal. Los ingredientes principales en la producción de pasta son el agua y la sémola, que está compuesta principalmente por proteínas de gluten y almidón, ambos elementos clave en la preparación del producto. La sémola se obtiene generalmente de trigos duros, que se muelen en partículas grandes, aunque algunas harinas de trigos blandos también pueden dar lugar a sémolas que se utilizan como ingrediente en la pasta (Kill & Turnbull, 2004).

Figura 2

Parámetros de la calidad de la pasta



Nota. Adaptado (Kill & Turnbull, 2004)

A. Materia prima (harina y/o sémola de trigo)

Las pastas alimenticias generalmente están elaboradas con sémola, que se obtiene moliendo trigo cristalino, ya que tiene mejores características culinarias (Witting et al., 2002).

Callejo (2002) menciona que, para la elaboración de pastas con sémola de trigo duro, existe dos motivos. El primero, está relacionado con la calidad de la pasta de trigo duro, que es mejor desde el punto de vista gastronómico y culinario (sabor y textura después de la cocina). El segundo, que el análisis de composición química de pasta de trigo duro es ligeramente superior en cuanto al valor nutricional (mayor porcentaje de proteínas).

Para obtener una buena pasta con buena textura y de calidad se debe tener en cuenta ciertos requerimientos de harinas, en la tabla 14 se muestran los requerimientos para la elaborar pasta alimenticia.

Tabla 14

requerimientos de harinas para la elaboración de pastas alimenticias

Elementos	Requerimientos
Pureza	Proveedor adecuado en buenas prácticas y manejo de moliendas
Olor	Sin olores normales o indeseables.
Color y cenizas	El color de la harina varía según el grano (contenido de carotenoides) y se puede mejorar con blanqueadores.
Actividad enzimática	Bajo contenido de cenizas asociada al método de molienda, lo que refleja en el aspecto del fideo. Debe ser bajo, evitando la presencia excesiva de amilasa (que deteriora la firmeza y textura), proteasa (que afecta la habilidad de formar la masa) y oxidasa (que influye en el oscurecimiento de los fideos).
Proteína	Contenido medio: 8 – 14%, según tipo de fideo, ya que afecta la absorción de agua, desarrollo y extensibilidad del gluten.
Almidón	No debe contener grandes cantidades de almidón dañado, ya que causa problemas de grumos de gran tamaño, excesivo alargamiento del producto en el secado, apariencia húmeda, roturas, mayor pérdida por cocción y fideos blando y pegajoso (es decir afecta la temperatura de gelatinización, capacidad de hinchamiento, capacidad de retención de agua y la solubilidad de almidón de los fideos).

Nota. Adaptado de (Cigi, 1993)

B. Agua

El agua utilizada para la elaboración de la pasta debe ser potable, inodora e insípida. Durante la preparación, se debe agregar aproximadamente entre un 18% y un 25% de agua en relación con la materia prima seca, para que la masa recién formada tenga un contenido de humedad promedio del 30% al 32%. Esto resulta en un contenido final de humedad del producto terminado alrededor del 12,5% (Escamilla, 2001).

Para el amasado, el agua debe ser potable y, por lo general, se prefiere agua de media dureza, con un contenido de 50 a 100 ppm y un pH neutro o ligeramente ácido. No se debe utilizar agua dura, ya que puede provocar el desgaste de los moldes. Si el agua es excesivamente dura, la pasta resultante podría tener un sabor desagradable e incluso una textura crujiente al masticar (Cerrate, 1989).

2.12.7 Elaboración industrial de las pastas de alimento

ACTA (2004) argumenta que la pasta se elabora a partir de derivados del trigo (sémola o semolina), mezclada y amasada con agua, sin la adición de sal o levadura. Se pueden incluir huevos, vegetales deshidratados como espinacas y tomates (para obtener pastas de colores), así como salvado (en el caso de las pastas integrales), lo que incrementa su valor nutricional y mejora sus propiedades. La mezcla resultante del amasado se somete a un proceso de extrusión o laminado para conseguir la forma deseada (láminas de lasaña, pasta larga o pasta corta). A continuación, se describen las etapas del proceso industrial para la producción de pastas alimenticias:

- A. Dosificado.** Consiste en reunir y mezclar las materias primas para crear una combinación homogénea de todas las materias primas, para ello se llena la mezcladora con harina en una proporción fija y constante y con un 30-40% de agua a una temperatura de 32-38°C para una absorción más rápida y una fase de amasado más fácil y rápida.
- B. Amasado.** La mezcla de sémolina y agua pasa a la amasadora, donde se hace la masa. Durante el amasado, la estructura granular de la mezcla desaparece y se convierte en una masa plástica de color amarillo cremoso muy rígida en capas delgadas que son translúcidas. Dependiendo de la amasadora utilizada, el proceso dura de 10 a 20 minutos.
- C. Laminado.** La pasta laminada se obtiene pasando la mezcla de ingredientes por un cilindro, empujada por un tornillo sinfín y pasándola al final de este cilindro por un molde que le dan la forma deseada: tornillos, conchas, espaguetis, tallarines, etc.

La temperatura de la masa se mantiene por debajo de los 45°C y sale por la boquilla a una humedad del 30- 38%.

- D. Cortado.** La laminadora está equipada con cuchillas giratorias que cortan la masa a una velocidad determinada en relación con la longitud del producto que se desea elaborar.
- E. Secado.** Los productos laminados todavía contienen un 30 % de humedad y deben deshidratarse hasta un 12 % para que sean lo suficientemente estables para el envasado o el almacenamiento. El secado se realiza mediante tres pasos básicos:
- F. Presecado.** Consiste en soplar aire frío o caliente (40-70°C) sobre la pasta con una humedad relativa del 40-45% a través de un ventilador incluido en la extrusora, de manera que el producto alcance una humedad del 17-18% en 60 minutos.
- G. Ablandamiento.** Después del secado preliminar, el material se transfiere a la sala de secado y se deja durante 1 a 2 horas para que la humedad se distribuya uniformemente y el producto adquiera una mejor consistencia.
- H. Secado final.** Se suele realizar a 45-70°C durante un total de 6-18 horas, reduciendo el contenido de humedad al 12%.
- I. Enfriamiento.** A temperatura del ambiente antes de ser empacado.
- J. Empacado.** La pasta suele venderse en envases pequeños de 125, 250, 500 y 1000 g. Estos empaques están hechos de diversos materiales, principalmente polietileno, celofán, papel kraft y cartón (Cubadda, 1989).

2.13 Evaluación sensorial

Los alimentos agroalimentarios pueden tener propiedades nutricionales y microbiológicas muy buenas o excelentes, pero esto no significa que tendrán propiedades sensoriales particularmente buenas o muy buenas, y se sabe que muchos productos satisfacen los requisitos nutricionales y microbiológicos. Como han dicho muchos autores, esto nos hace mirar esta nueva forma de analizar los productos agroalimentarios, porque el consumidor final, en base a la cultura alimentaria acumulada durante su vida, nos dirá si el alimento en cuestión, independientemente de los recursos, sean o también no aceptadas por los posibles consumidores o clientes, reforzando de esta manera la cadena agroindustrial.(De la cruz, 2016).

2.13.1 Generalidades

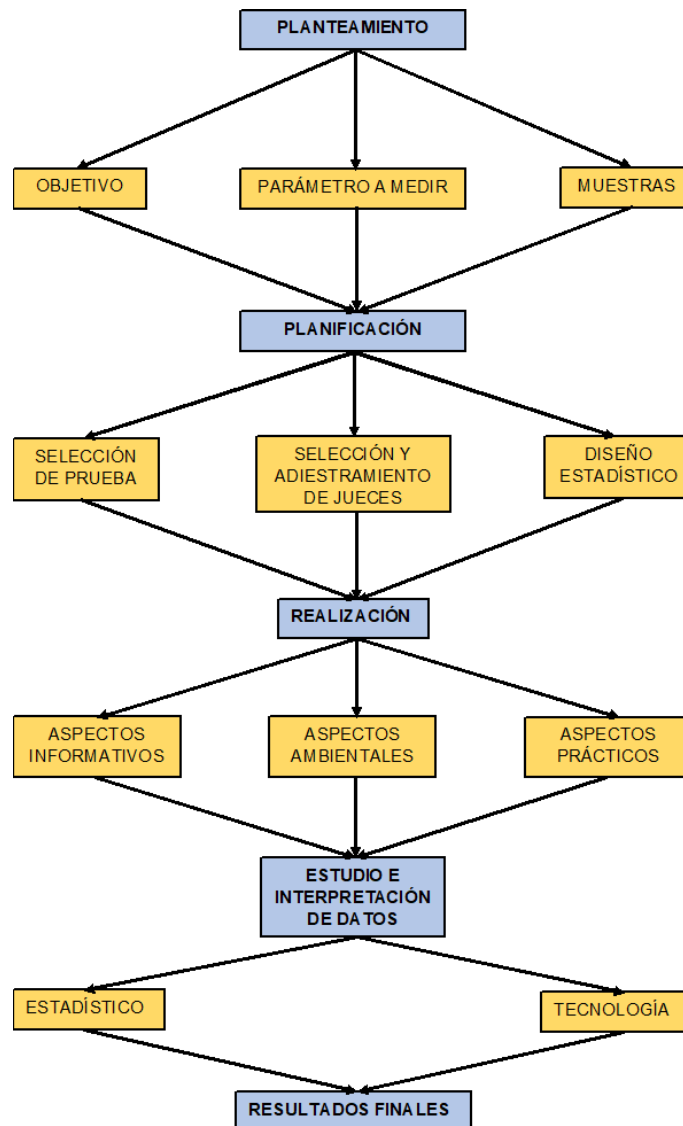
La evaluación sensorial implica medir y cuantificar los atributos sensoriales de un producto, componente o modelo, los cuales son percibidos por los sentidos humanos. Entre estos atributos, por su relevancia y apariencia, se pueden mencionar: color, olor,

tamaño, forma, conformación, uniformidad y textura. Además, los miles de compuestos volátiles que componen el aroma y el sabor incluyen perfiles como dulce, amargo, salado y agrio. En cuanto a la textura, se consideran propiedades físicas como dureza, viscosidad, granulosidad y sonido; aunque este último es menos utilizado en el análisis de alimentos, se asocia con texturas como crujido, tronido y efervescencia (Granotec, 1998).

En este contexto, la evaluación sensorial utiliza una metodología que se ilustra a continuación en la figura 3.

Figura 3

Metodología general de evaluación sensorial



Nota. Adaptado (De la cruz, 2016)

Tabla 15

Pruebas sensoriales más utilizadas en el control de calidad y sus aplicaciones

TIPO DE PRUEBA	FUNCIÓN	PRUEBAS	APLICACIONES
PREFERENCIA/ ACEPTACIÓN (AFECTIVAS)	Conocer la opinión del consumidor	Comparación pareada. Ordenación hedónica. Escala hedónica.	Estudios de preferencia. Estudios de aceptación.
DISCRIMINATIVAS	Detectar diferencias	Comparación pareada. Dúo – Trío. Triángulo.	Estudio de la influencia de la variación de materia prima, proceso, ingredientes y almacenamiento. Selección y adiestramiento de jueces.
DESCRIPTIVAS	Detectar la dirección de las diferencias.	Comparación pareada. Ordenación.	Tipo de influencia de la variación de la variación de: materia prima, proceso, ingredientes y almacenamiento. Separación previa de muestras en grupos.
	Determinar la magnitud de las diferencias.	Escala simple. Escala múltiple.	Estudio de atributos y parámetros que más influyen en la calidad sensorial. Estudios de relación estímulo-respuestas. Estudio sobre la validez, métodos instrumentales. Selección y adiestramiento de jueces. Establecimiento de límites entre grados de calidad.
	Describir el producto	Perfil. Análisis descriptivo cuantitativo (Q D A)	Descripción de la calidad del producto. Comparación de productos.

Nota. Adaptado de (De la cruz, 2016)

Tabla 16

Pruebas de análisis estadístico aplicable a la distinta prueba sensorial

TIPOS DE PRUEBA	PRUEBAS	TIPOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO
PREFERENCIA ACEPTACIÓN (AFECTIVAS)	Comparación pareada. Ordenación hedónica Escala hedónica	- Igual que la ordenación descriptiva. - Igual que la ordenación descriptiva. - Igual que la escala de intervalos
DISCRIMINATORIA	Comparación pareada Dúo-trío Triángulo	Aplicación de la distribución t para proporciones Aplicación de la distribución X^2 Tablas especiales basadas en X^2
DESCRIPTIVO	Comparación pareada. Ordenación.	- Al igual que la discrimina. - Estudio de X^2 para la evaluación de la ordenación. - Tabla específica.
	Escalas ordinales. Niveles con intervalos.	- Evaluación de la ordenación. - Análisis de varianza (ANOVA).
	Escalas proporcionales.	- ANOVA. - Estudio factoriales. - Representaciones gráficas.
	Perfil.	- Representación gráfica. - Análisis según el tipo de escalas utilizadas.
	Análisis descriptivo Cuantitativa (Q.D.A).	- ANVA. - Representación gráfica. - Estudios factoriales.

Nota. Adaptado (De la cruz, 2016)

De acuerdo con De La Cruz (2016), el análisis sensorial es una herramienta esencial en el control de calidad de los alimentos, utilizada para abordar diversos problemas según la situación específica. La naturaleza del problema influye en el tipo de prueba que se debe realizar, así como en las características de los evaluadores y las condiciones del análisis. Sin embargo, en la práctica, quienes enfrentan estos desafíos no siempre son

expertos en análisis sensorial. Para resolver estos problemas de manera efectiva, es fundamental que cuenten con información clara y bien organizada que les permita planificar el análisis con un grado razonable de confianza. Sin embargo, acceder a esta información puede resultar complicado, ya que los textos generales abordan el tema de manera amplia, mientras que los estudios específicos a menudo se centran en aspectos parciales que son difíciles de relacionar con las necesidades inmediatas.

2.13.2 Descripción de la metodología de evaluación sensorial

Según, De la cruz (2016), menciona las etapas que lo conforman para la evaluación sensorial, a continuación, se tiene.

2.13.2.1 Planeamiento

La fase inicial abarca elementos que deben tenerse en cuenta antes de organizar el análisis, como: los objetivos generales del trabajo, la cantidad de sensaciones a evaluar y la cantidad y particularidades de las muestras a examinar.

- **Objetivos generales de trabajo:** Esto es lo primero que se debe detallar, especialmente el tipo de datos necesarios y su propósito.
- **Amplitud de la sensación a medir:** Es importante determinar si se evaluará la calidad sensorial en su totalidad, si se enfocará en uno o más atributos básicos (color y sabor), y se analizarán diversos parámetros que conforman un atributo específico (por ejemplo, la cremosidad y granulosidad de un helado).
- **Números y características de las muestras a analizar:** Los dos primeros son elementos cruciales en la elaboración estadística y el segundo en la elección de pruebas sensoriales.

2.13.2.2 Planificación

Esta fase incluye principalmente tres aspectos básicos: selección de pruebas sensoriales, selección y formación de jueces y planificación estadística.

2.13.2.2.1 Selección para las pruebas sensoriales

De los varios criterios empleados para su clasificación, uno de los más valiosos es tener en cuenta el tipo de información que suministrará, aunque su aplicación exige que algunas de las pruebas más habituales se encuentren en diferentes grupos. Por lo tanto, las evaluaciones sensoriales pueden clasificarse en: evaluaciones discriminativas, evaluaciones descriptivas y evaluaciones de aceptación de preferencias.

A. Pruebas discriminativas

Las pruebas discriminativas nos permiten identificar si hay diferencias entre dos o más muestras, aunque no especifican la magnitud ni la dirección de dichas diferencias. Estas pruebas pueden ser simétricas, cuando las muestras presentan características similares, o asimétricas, cuando las muestras presentan características similares, o asimétricas, si una muestra tiene un número superior de unidades en comparación con la otra. Entre las pruebas más comunes se encuentran: la comparación pareada, en la que se presentan dos muestras y se pregunta si hay alguna diferencia entre ellas; la prueba de referencia, que involucra tres muestras donde una actúa como control y se pregunta cuál de las otras es igual a esta; y la prueba triangular, en la que se presentan tres muestras y se informa al evaluador que dos de ellas son iguales, pidiéndole que identifique la muestra diferente.

B. Pruebas afectivas (Preferencia-Aceptación)

Se utilizan para investigar las opiniones de los consumidores. Estas preferencias sirven a las opiniones de los consumidores. La prueba de preferencia se utiliza para mostrar cuál de dos o tres muestras es la preferida. Las pruebas de aceptación se utilizan para comprender qué tan bien aceptan un producto los consumidores potenciales. Su principal aplicación radica en el estudio de mercados, y deben ser realizadas por un amplio grupo de jueces no entrenados que representen a la población de interés. Las comparaciones pareadas son las pruebas de preferencia más comunes, mientras que las más utilizadas para medir la aceptación son la prueba de ordenamiento hedónico y la escala hedónica.

C. Prueba descriptiva

Las pruebas descriptivas nos brindan la posibilidad de establecer no solo si hay una discrepancia entre dos o más muestras, sino también la magnitud de la discrepancia en el sentido.

Su relevancia en el control de calidad radica en que, en muchas ocasiones, no basta con conocer las diferencias entre dos o más muestras, sino que es interesante comprender las diferencias y/o la magnitud de las mismas, así como comprender el origen y la posibilidad de conservarlas o modificarlas.

Las pruebas descriptivas son analíticas y deben ser administradas por jueces seleccionados y capacitados, si bien el grado de formación requerido variará lógicamente en función de la prueba utilizada y del objeto de análisis.

Con el fin de facilitar su aplicación y entrenamiento, se decidió clasificar estas pruebas en tres categorías, basadas en la cantidad de información que proporciona:

- Pruebas que determinan únicamente la dirección de la diferencia.
- Pruebas que describen y/o cuantifican la diferencia entre muestras en relación con uno o más parámetros de manera individual.
- Pruebas que caracterizan las muestras según sus atributos específicos y permiten la comparación simultánea de las magnitudes de todas ellas.

2.13.2.2.2 Selección y adiestramiento de los jueces

Los jueces pueden clasificarse en dos categorías: entrenados y no entrenados, en función de su experiencia en análisis sensorial. Esta clasificación incluye a evaluadores de productos, así como a quienes realizan pruebas descriptivas y pruebas discriminativas, tanto complejas como simples. Los jueces no entrenados suelen ser aquellos que han recibido formación en pruebas afectivas.

- a) Los jueces de productos son los llamados "expertos" o "catadores" que se caracterizan por la capacidad de analizar y evaluar las propiedades sensoriales de un producto específico (productos caros como café, té, queso, vino, etc.). Su especialización y el reconocimiento de fabricantes, distribuidores y consumidores permiten que sus valoraciones se consideren veraces e inequívocas sin necesidad de confirmación.
- b) Los jueces deben tener la habilidad para examinar alimentos en análisis descriptivos y discriminativos o discriminativos complejos (comparaciones, múltiples, de ordenamiento, entre otros), y posee la capacidad de percibir, identificar y evaluar un atributo sensorial, como la coloración. De ser cierto, entonces el juez podrá analizar y evaluar las propiedades de cualquier alimento, que son: tono, intensidad, luminosidad, brillo, si se complementa con un entrenamiento suficiente en las mencionadas capacidades psicosomáticas, que incluyen la teoría y práctica del análisis sensorial, por ejemplo, técnicas para analizar los colores con mayor claridad.
- c) Los jueces en pruebas discriminativas simples deben tener la capacidad adecuada para identificar y diferenciar las variaciones entre las muestras evaluadas, basándose en atributos o características sensoriales. Aunque no necesitan una formación formal en evaluación sensorial como en otros casos, es esencial que cuenten con la capacitación adecuada en los métodos utilizados.

- d) Los jueces de pruebas afectivas se basan en pruebas de consumidores habituales o potenciales, siendo los más idóneos. Por tanto, bastaría con realizar una encuesta que incluya a un grupo de personas de una misma zona, que compartan hábitos generales de consumo, estado físico y mental aparentemente satisfactorio y accesibilidad. Generalmente son individuos aleatorios, ya sea que se encuentren en la calle, en un comercio, en la escuela, etc. (De La Cruz, 2016).

2.13.3 Análisis Descriptivo Cuantitativo (Q.D.A)

El creciente interés en los métodos descriptivos se atribuye al aumento de nuevos productos y a la competencia en el mercado, especialmente aquellos que poseen características sensoriales únicas, así como a los avances en la medición de datos. El análisis de perfil descriptivo (Q.D.A) fue introducido por primera vez por Stone et al. En 1974 en el Instituto de Investigación de Stanford, en Estados Unidos. Su objetivo es similar al del perfil sensorial, que consiste en describir productos en función de la intensidad de sus atributos, aunque se diferencian en los métodos empleados y en el uso de escalas no estructurales.

Se determinaron que este procedimiento no era más que una mera reestructuración de problemas de pruebas o la aplicación de escalas determinadas. En realidad, este método demanda una visión distinta del concepto de análisis descriptivo, iniciando con la elección de jueces y finalizando con transmitir los resultados de forma entendible y práctica. El desarrollo de este método implica considerar aspectos adicionales y asegurar la fiabilidad de los resultados:

- Mostrar sensibilidad hacia todas las características sensoriales.
- Permitir la evaluación de múltiples productos.
- Involucrar un número restringido de evaluadores (jueces).
- Contar con jueces que hayan sido previamente capacitados antes de participar.
- Implementar un proceso de desarrollo del lenguaje que no esté influenciado por el moderador del grupo.
- Ser de naturaleza cuantitativa.
- Disponer de un sistema eficaz para el análisis de datos.
- Poseer la capacidad para procesar datos de manera adecuada.

Las características anteriormente mencionadas se describen a continuación:

- A.** Considere todas las características de los sentidos. El documento QDA ofrece una descripción integral de todas las características sensoriales que pueden ser

detectadas en un alimento o producto, organizadas en la secuencia en que suceden. Así, la prueba se fundamenta en los elementos psicofísicos de la percepción humana. Para evaluar cualquier sensación, es necesario considerar todas las percepciones en una o más sensaciones, analizar los productos y luego establecer la relación matemática entre ellas. Cualquiera, por muy experimentado que sea, puede eliminar por completo ciertas percepciones probando determinados alimentos. No poder expresar una emoción hace que otra respuesta sea más probable, lo que lleva a una mayor variabilidad, y cerrar ciertas percepciones también puede perturbar a las personas y sus reacciones, lo que puede ser extremadamente limitante.

- B.** Es sabido que las personas equivocan sus juicios sobre las diferencias absolutas, pero acercan sus juicios sobre las diferencias relativas. Así pues, el estudio de diversos productos facilitará al juez (recoja y registre diversos atributos) emitir juicios precisos sobre las diferencias relativas.
- C.** Es recomendable contar con un número limitado de jueces en el panel de evaluación sensorial. Para este tipo de pruebas, se sugiere que el grupo esté compuesto por entre 10 y 12 jueces, ya que este rango proporciona resultados confiables. La experiencia indica que es difícil mantener el enfoque en estas pruebas cuando hay más de 12 jueces. Esta observación también es relevante para el estudio del comportamiento grupal. Un panel de más de 12 jueces presentará grandes dificultades en términos de procedimientos, descripciones de pruebas, disponibilidad de productos y capacitación. Sidel y Stone (1985) afirmaron: Según su experiencia, 10 o 12 jueces trabajan satisfactoriamente.
- D.** Personas calificadas antes de participar. En esencia, esto significa que los jueces son seleccionados a través de una serie de pruebas para este propósito, siendo un requisito clave también que los jueces sean consumidores potenciales del producto que se juzga, porque si no lo son (no les puede gustar o usar) tiende a estar insatisfecho. Además, deben demostrar la habilidad para percibir y diferenciar las características de los productos. Otras cualidades deseables incluyen la capacidad de comunicarse efectivamente, trabajar en equipo y mantener un buen desempeño durante la prueba.
- E.** Importancia del lenguaje en la diferenciación de productos: el desarrollo del lenguaje es un proceso individual; cada juez, al observar el producto, identifica los atributos sensoriales que considera más relevantes y los ordena según su percepción. Junto con el panel, los jueces coinciden en los análisis más

significativos y trabajan para definir cada atributo utilizando un “vocabulario sensorial” que sea comprensible para todos. Este enfoque tiene como objetivo proporcionar claridad y evitar confusiones sobre el significado de los términos utilizados. Una vez establecido este vocabulario, se capacita al panel para facilitar el proceso y minimizar malentendidos durante la evaluación final.

- F.** Cuantificación de las respuestas de los panelistas: Para mejorar la precisión de las descripciones y evitar ambigüedades en el significado de las palabras, es necesario utilizar números que cuantifiquen las respuestas. Para ello, se emplean escalas no estructuradas que consiste en una línea horizontal de 10 unidades, dividida en segmentos, con anclajes en cada extremo y acompañada de palabras que indican la intensidad del atributo evaluado, desde menor a mayor. A medida que los jueces se familiarizan con esta escala, aprenden a marcar un alineamiento vertical en el punto que mejor represente la intensidad relativa de los términos.
- G.** Con respecto a los procesamiento estadísticos más adecuado, el análisis de varianza (ANVA) más utilizado. En cada prueba, especialmente la QDA, los jueces evalúan las dimensiones de todos los productos en varias ocasiones separadas, lo que, desde una perspectiva estadística, implican un programa de capacitación para los jueces en el que dictan medidas reiteradas; por ende, resulta muy beneficioso. Esto no quiere decir que la recopilación de información suficiente de un número limitado de jueces pueda generalizarse automáticamente a toda la población, sino más bien asegurar que las discrepancias se originen por variaciones en los productos y no por casualidad (De La Cruz, 2016). Sin embargo, es importante señalar que la información recopilada de un número limitado de jueces no puede generalizarse automáticamente a toda la población. Existen diversas pruebas que no son necesariamente intercambiables y pueden conducir a conclusiones distintas, permitiendo observar diferencias significativas entre productos, reflejando diferentes enfoques de riesgo y minimizando errores en la toma de decisiones. Estas pruebas son: Duncan, Newman-Keuls y Tukey.
- H.** Es esencial que las pruebas realizadas con base de datos relativamente grandes se analicen de manera rápida y precisa para asegurar la validez de los resultados. En este sentido, el método QDA no puede eludir esta necesidad, ya que se apoya en programas estadísticos comerciales, SAS (1982), Gan BMDP (1979) y SPSS (1975), que son utilizados para llevar a cabo el análisis de varianza solicitado por el investigador.

2.13.4 Selección de Jueces

El proceso de elección de los jueces implica una serie de etapas que comienzan la formación de un jurado adecuado para el análisis descriptivo y discriminativo, cuyos integrantes se escogen entre individuos con formación en estas funciones. Luego cabe señalar que existe otra etapa de preselección, donde se seleccionan aquellos jueces que estén suficientemente capacitados y calificados para llenar los respectivos jurados.

- Los parámetros fundamentales para la elección de jueces son:
- Capacidad para captar una propiedad, reconocerla, medirla y/o distinguirla.
- Disponibilidad frente al calendario de exámenes sensoriales y tareas vinculadas.
- Deseo de involucrarse en la consecución de los objetivos propuestos en el estudio sensorial que involucra.
- Eficacia en la implementación de los saberes acerca de la técnica de percepción y el procedimiento de análisis.
- Honestidad en su valoración, evidenciada con una evaluación completa.

2.13.5 Entrenamiento de los jueces

Los programas de entrenamiento pueden consistir en un total de 10 a 12 sesiones, con una duración de entre 1 y 2 horas cada una. Se recomienda llevar a cabo de 2 a 4 sesiones por semana para maximizar la efectividad del entrenamiento. Es fundamental que el diseño del programa incluya la participación del (los) investigador(es) del proyecto de evaluación sensorial, así como del director del examen y del entrenador. Generalmente, el director también asume el rol de entrenador, lo que permite una mejor alineación de los objetivos del proyecto (De La Cruz, 2016).

Las estrategias sensoriales impartidas en los cursos teóricos no deben exceder los 30 minutos por sesión. El objetivo principal de estas sesiones es capacitar a los participantes en el uso de escalas, encuestas y evaluaciones perceptivas. Además, se llevarán a cabo breves conferencias que abordarán la importancia del proyecto en cuestión y la significativa implicación de los jueces en su éxito. Estos encuentros también tratarán temas relacionados con el producto y la empresa, así como su impacto comercial y social, con el fin de fomentar un desempeño eficaz de los jueces.

2.13.5.1 Realización

Una vez que hayamos diseñado y planificado el análisis sensorial, podremos proceder a su implementación. En cualquier tipo de análisis, hay diversos factores experimentales que, si no se consideran, pueden influir de manera adversa en la validez, precisión y

reproductibilidad de los resultados. La experiencia sensorial no es una excepción; por ello, no solo es necesario llevar a cabo una planificación adecuada, sino también supervisar meticulosamente las condiciones en las que se realiza, teniendo en cuenta aspectos ambientales, informativos y prácticos.

A. Aspectos ambientales: este apartado se refiere a las condiciones externas que influyen en los análisis sensoriales y que pueden afectar la evaluación. Esto incluye factores como el entorno de la cabina de cata, la iluminación, el color de las paredes, la ventilación, la eliminación de olores y la temperatura durante el análisis.

B. Aspectos informativos: Esto incluye impartir instrucciones a los jueces para facilitar sus tareas y evitar confusiones en la propia evaluación. Así pues, esto influye en las respuestas tanto psicológicas como fisiológicas.

Las directrices que proporciona el director o responsable deben ser citadas de la siguiente manera:

- La forma en que se debe realizar la prueba (masticar, tragar, etc.).
- El tiempo asignado para evaluar cada muestra.
- La opción de probar cada muestra una o varias veces.
- El método a utilizar para eliminar el sabor residual.

C. Aspectos prácticos: Este punto se centra principalmente en la presentación de las muestras, considerando el orden en que se ofrecen, así como la forma y las condiciones de presentación. Las muestras deben ser lo más homogéneas posible en términos de tamaño y temperatura. Además, los utensilios utilizados deben tener un color y brillo uniformes. Es recomendable emplear códigos simbólicos (como figuras geométricas) o códigos numéricos compuestos por tres dígitos seleccionados al azar.

2.13.6 Factores que influyen en las evaluaciones sensoriales

La razón por la que se emplean métodos estandarizados de análisis sensorial es reducir y manejar los fallos que puedan surgir durante el examen, debido al impacto psicológico de los jueces y las situaciones físicas del entorno donde se lleva a cabo la prueba sensorial. Estos elementos pueden clasificarse en:

A. Factores de personalidad o postura

Estos factores se refieren a la habilidad de ciertos evaluadores (jueces) para abordar problemas específicos de manera efectiva que otros. Las variaciones entre individuos dependen del nivel de percepción y de las características de su personalidad.

B. Factores vinculados con la motivación

El nivel de motivación tiene un impacto significativo en la percepción sensorial. Una motivación adecuada puede permitir que los jueces sean más selectivos en sus evaluaciones.

C. Errores psicológicos que afectan las mediciones sensoriales

Es fundamental evitar varios tipos de errores psicológicos, entre los cuales se incluyen:

- **Error de hábito.** Este error ocurre cuando las muestras se presentan en un orden ascendente o descendente, lo que puede llevar a los evaluadores a repetir respuestas de manera automática.
- **Error de expectativa.** En ocasiones, los jueces pueden estar al tanto de la prueba y, como resultado, perciben diferencias entre las muestras que en realidad no existen.
- **Error de estímulo.** Este error se presenta cuando el juez tiene conocimiento sobre el método de la prueba o sobre el equipo utilizado, lo que puede influir en su percepción de resultados que no son reales.
- **Error de benignidad.** Este tipo de error se produce cuando el juez tiene una relación amistosa con el investigador, lo que puede llevarlo a sobrestimar la calidad de la muestra. Para mitigar este error, se puede aplicar una escala que solo incluya términos negativos.
- **Error lógico.** Surge de las impresiones que el evaluador tiene sobre las propiedades del producto, basadas en experiencias previas con ciertos alimentos.
- **Error de proximidad.** Este error se manifiesta cuando características similares tienden a ser calificadas de manera análoga. Evaluar simultáneamente un grupo de muestras en aspectos como color, olor, sabor y aceptabilidad puede resultar en puntuaciones distintas a las que se obtendrían al evaluar cada atributo de forma individual.
- **Error de posición.** Este error se relaciona con la tendencia de un evaluador a juzgar una muestra en función de su ubicación en la presentación. Esto se puede verificar al presentar una muestra en una posición equilibrada.

2.13.6.1 Análisis de los datos

Se destacan los tipos de análisis más comunes empleados en diferentes pruebas existen numerosas opciones para utilizar otros métodos estadísticos, por lo que es

fundamental seleccionar el más adecuado en cada situación para abordar el problema en cuestión (De La Cruz, 2016).

2.13.7 Pruebas hedónicas

Las pruebas hedónicas se utilizan para evaluar el grado de agrado o desagrado que un consumidor siente hacia un producto. Este enfoque implica medir las reacciones humanas de manera indirecta. En este tipo de evaluación, se solicita a los participantes que indiquen su nivel de gusto por el producto tras su primera impresión, utilizando una escala verbal numérica que aparece en una ficha. Aunque la escala suele tener 9 puntos, en ocasiones se simplifica a 7 o 5 puntos para facilitar la evaluación. Por otro lado, los proyectos que buscan desarrollar alimentos nutricionalmente mejorados emplean pruebas afectivas cuantitativas, como las de aceptabilidad, que se limitan a categorías de “sí” y “no” para evaluar la aceptación de atributos sensoriales, así como pruebas de preferencia, donde los evaluadores deben seleccionar una de las muestras presentadas. Las escalas más comúnmente utilizadas en estas evaluaciones son la de 9 puntos y la versión simplificada de 7 puntos (Anzaldúa, 1994).

2.13.8 Requisitos para una evaluación sensorial de alimentos

Es necesario tener en cuenta los siguientes requisitos:

- Laboratorio para ensayos
- Muestras de estudio
- Panelistas de degustadores
- Técnica para la evaluación
- Análisis estadístico de la información recabada

Contar con un laboratorio de degustación permite controlar todas las condiciones de la investigación y minimizar, en la medida de lo posible, las variables que puedan afectar los juicios de los evaluadores. Durante la cata de las muestras, se prohíbe la conversación para evitar influir en las opiniones de los demás.

El término “muestra” se refiere al producto que se presenta a los jueces para su evaluación. Cada producto debe ser preparado siguiendo una técnica específica que se reproduzca cada vez que el panel de expertos lo evalúe. Además, es importante no evaluar demasiadas muestras simultáneamente, considerando factores como el tipo de producto, la intensidad del sabor y la habilidad e interés de los jueces (Anzaldúa, 1994).

2.14 Hipótesis

Ho: La formulación a partir de harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y pure de papa (*solanum tuberosum*) no genera un efecto significativo en las características fisicoquímico y sensorial en tallarín libre de gluten.

Ha: La formulación a partir de harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y pure de papa (*solanum tuberosum*) genera un efecto significativo en las características fisicoquímico y sensorial en tallarín libre de gluten.

2.15 Variables del estudio

A. Variables independientes

- Formulación de tallarín sin gluten con: harina de quinua, tarwi, berro; y pure de papa.

Indicadores

- Proporciones de las harinas de quinua, tarwi, berro; y pure de papa.
- Proporciones de goma xantana (5%), mandioca (15%), sal (0,3%), huevo en polvo (0,4%) y aceite (1,5%).

B. Variables dependientes

- Obtención de tallarín sin gluten con adecuada aceptación.

Indicadores

- Evaluación hedónica de las formulaciones.
- Análisis fisicoquímico, de mejor aceptación.
- Análisis microbiológico, de mejor aceptación.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigaciones se realizó en la región de Ayacucho, provincia Huamanga. Particularmente en el laboratorio de Centro de Experimentación de Panificación y laboratorio de Biotecnología Industrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Fue de tipo experimental, Fue de tipo experimental, dado que se manipuló la variable independiente con el objetivo de establecer los impactos en las otras variables, hasta determinar el mejor tratamiento del experimento para obtener un producto innovador en el mercado. Asimismo, se desarrollará análisis proximal y microbiológico de los tallarines obtenidas al igual que los recursos a emplearse.

3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Fue aplicativo, ya que el estudio se enfocó en desarrollar nuevo producto (tallarín sin gluten), para quienes padecen de celiaquía, a partir de conocimientos en la Agroindustria con ingredientes naturales a modo de demostrar nuevas alternativas de valor agregado de ellos y que presenten impacto positivo en la salud del consumidor final.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El procedimiento experimental utilizado para formular tallarín libre de gluten a partir de harinas no convencionales y pure de papa pertenece a un diseño de mezclas de "vértices extremos", este diseño se aplica para experimentos de mezclas con limitaciones. Estas limitaciones se refieren a las valores superiores e inferiores de cada uno de los elementos, señaladas por McLean & Anderson (1966).

Se limitó de la siguiente forma para asegurar la implicación de los cuatro componentes, en la tabla 17, se muestran restricciones inferiores y superiores de los componentes de variable independiente.

Tabla 17

Restricciones inferiores y superiores de los componentes de variables independientes

Componentes	Inferior	Superior	Unidades
Harina de quinua (X_1)	50	70	Porcentaje
Pure de papa (X_2)	20	30	Porcentaje
Harina de tarwi (X_3)	10	25	Porcentaje
Harina de berro (X_4)	1	2	Porcentaje

Después de establecer las coordenadas de los cuatro componentes, y los límites correspondientes para la harina de quinua, tarwi, berro y pure de papa. Para este propósito, se empleó el programa estadístico Minitab versión 18, obteniendo 10 tratamientos, tal como se especifica en la tabla 18, que se muestra a continuación.

Tabla 18

*Diseño experimental de la formulacion de tallarines libre de gluten a partir de harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y pure de papa (*Solanum tuberosum*)*

Orden de experimentación	Tipo punto	Bloques	Componentes (%)			
			X_1	X_2	X_3	X_4
1	1	1	69	20	10	1
2	1	1	68	20	10	2
3	1	1	59	30	10	1
4	1	1	58	30	10	2
5	1	1	54	20	25	1
6	1	1	53	20	25	2
7	1	1	50	24	25	1
8	1	1	50	30	19	1
9	1	1	50	23	25	2
10	1	1	50	30	18	2

Nota. * X_1 : Harina de Quinua (g/100g harina); X_2 : Pure de Papa (g/100g harina); X_3 : Harina de Tarwi (g/100g harina); X_4 : Harina de Berro (g/100g harina).

3.5 MATERIALES Y EQUIPOS

Materia prima

Para la producción de tallarines sin gluten se utilizó las siguientes materias primas:

- ✓ Quinoa (harina) variedad blanca Junín, adquirida de la empresa Wiraccocha – Ayacucho.
- ✓ Grano de tarwi, fue adquirida de la localidad de Pomapuquio - distrito Acocro – Huamanga - Ayacucho.
- ✓ Papa blanca, adquirida de la localidad Pomapuquio - distrito Acocro – Huamanga - Ayacucho.
- ✓ Berro, procedente de la localidad Pomapuquio - distrito Acocro – Huamanga - Ayacucho.

Otros ingredientes

Para la elaboración de tallarines sin gluten se emplearon los siguientes ingredientes:

- ✓ Goma xantana
- ✓ Fécula de mandioca
- ✓ Aceite marca Beltrán, procedente de Cinsa E.I.R.L. Ayacucho.
- ✓ Huevo (polvo), procedente de la empresa OVOSUR S.A. – Lima.
- ✓ Sal yodada, procedente de Cinsa E.I.R.L. Ayacucho.
- ✓ Agua potable

Materiales

- ✓ Tamiz
- ✓ Rodillo de madera
- ✓ Tazas de aluminio
- ✓ Mesa de acero inoxidable
- ✓ Probetas (50, 100 y 500 mL)
- ✓ Fiolas (100, 250 y 500 mL)
- ✓ Pinzas
- ✓ Crisol
- ✓ Vaso precipitado (100, 250, 500 y 1000 mL)
- ✓ Matraz Erlenmeyer (250 y 500 mL)
- ✓ Pipeta (1,5 y 10 mL)
- ✓ Placa Petri
- ✓ Mortero

- ✓ Materiales para el análisis sensorial, tales como encuestas, platos, entre otros.

Equipos

- ✓ Amasadora
- ✓ Laminadora
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Estufa
- ✓ Mufla
- ✓ Soxhlet (extracción de grasas)
- ✓ Identificador de humedad
- ✓ Equipo Kjeldahl
- ✓ Balanza digital de datos

Reactivos

- ✓ Agua purificada o destilada
- ✓ Hidróxido de sodio (0,1N y 0,01N)
- ✓ Agua potable
- ✓ Indicador de fenolftaleína
- ✓ Ácido sulfúrico (96%)
- ✓ Ácido clorhídrico (HCl) de 0,05N
- ✓ Sulfato de cobre (CuSO_4)
- ✓ Sulfato de potasio (K_2SO_4)
- ✓ n-Hexano
- ✓ Indicador rojo de metilo
- ✓ Indicador verde de bromocresol (sal de amonio)
- ✓ Solución de oxiclورو de zirconio octahidratado
- ✓ Solución de NH_4OH (1 + 4)
- ✓ Sulfato de sodio
- ✓ Solución complexona
- ✓ Sal disódica (EDTA 0,02 N)
- ✓ Solución alcalina (KOH al 10 %)
- ✓ Indicador murexida
- ✓ Cloruro de amonio
- ✓ Clorhidrato de hidroxilamina
- ✓ Alcohol metílico
- ✓ Trietanolamina

- ✓ Indicador Negro de Eriocromo
- ✓ Solución (NaOH al 2%)
- ✓ Solución (HCl 1:20)
- ✓ Solución reductora de hidroxilamina (10%)
- ✓ Solución alcohólica de ortofenantrolina (1,5%)

3.6 MÉTODOS DE ANÁLISIS

Se determinaron los siguientes parámetros de tallarines sin gluten, como sigue:

- **Determinación de humedad:** Por método de Gravimetría según la norma NTP 206.011.1981; revisada en 2016
- **Determinación de proteína:** Por método Kjeldahl, según AOAC 935.39.2012. Se estableció basándose en el contenido total de nitrógeno y el factor empleado para lograr la proteína bruta fue de 6.25.
- **Determinación de grasa bruta:** Por método Soxhlet, de acuerdo AOAC (2016)
- **Determinación de ceniza:** Por método de incineración directa, según AOAC 935.39. 2012
- **Determinación de fibra cruda:** Por método de hidrolisis acida y básica, según AOAC (2016)
- **Determinación de hierro:** Por método de espectrometría de absorción atómica, según AOAC 987.03.2012
- **Determinación de acidez:** Método volumétrico NTP 206.013:1981 (Revisado el 2011) (INDECOPI, 2011).

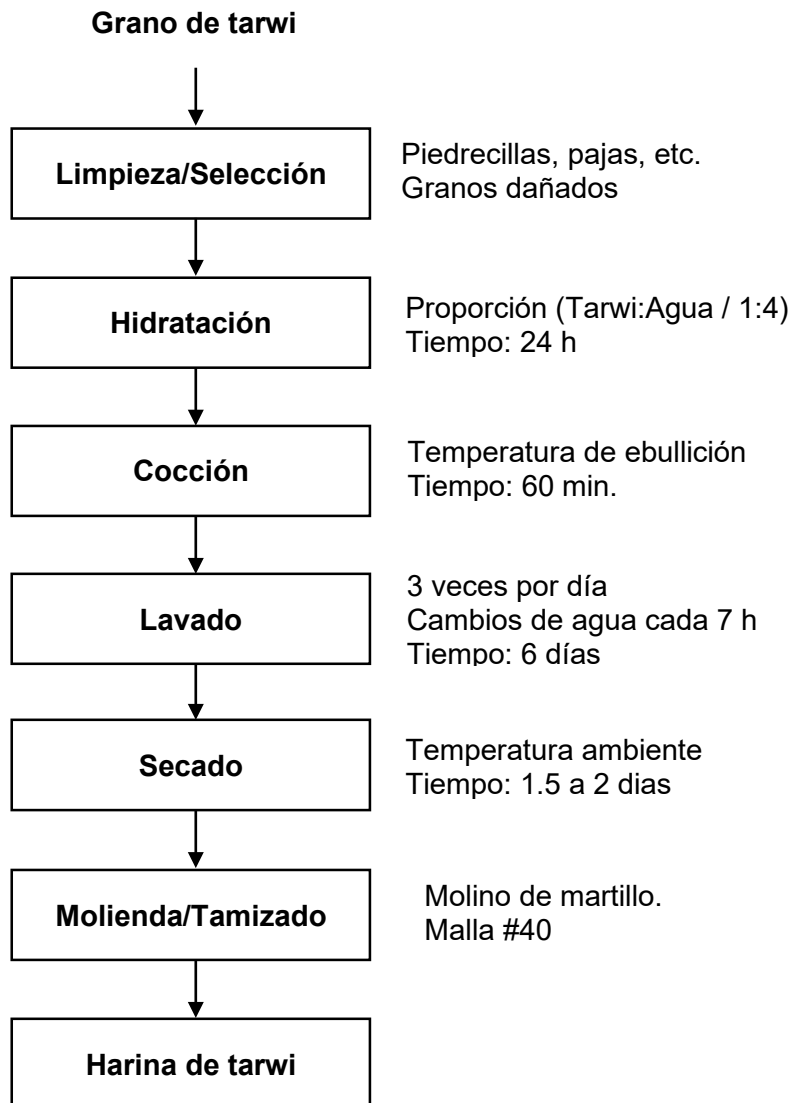
3.7 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.7.1 Obtención de harina de tarwi

Para la obtención de harina de tarwi se realizó de acuerdo al diagrama de flujo mostrada en la Figura 4.

Figura 4

Diagrama de flujo para la obtención de harina de tarwi



3.7.2 Descripción de operaciones para la obtención de harina de tarwi

En la obtención de harina de tarwi se siguió la metodología de Salcedo (2009), el flujograma para la elaboración de harina de tarwi se encuentra en la figura 4, cuya descripción se muestra a continuación.

A. Recepción de materia prima

El grano de tarwi se adquirió procedente de la localidad de Pomapuquio - distrito Acocro – Huamanga – Ayacucho, en un costal para su respectivo proceso de desamargado.

B. Limpieza y selección

Se llevo a cabo la selección de los granos de tarwi con el objetivo de eliminar aquellos que estaban dañados, así como las piedrecillas y pajas que se habían mezclado durante el proceso de cosecha.

C. Hidratación

Los granos de tarwi fueron sumergidos en un recipiente con agua en una proporción de 1 parte de tarwi por 4 partes de agua, durante un total de 24 horas. Se realizó un cambio de agua cada 12 horas, manteniendo la misma proporción, para asegurar que todos los granos se hidrataran adecuadamente y evitar que el agua fermentara, lo que podría generar olores desagradables debido a la presencia de alcaloides.

D. Cocción

Se llevo agua a ebullición en una olla y, a continuación, se añadieron a los granos de tarwi previamente hidratados, dejándolos cocinar durante 60 minutos, este procedimiento tuvo el objetivo ablandar y facilitar la eliminación de los alcaloides de los granos.

E. Lavado

El lavado se llevó a cabo con el objetivo de eliminar los alcaloides presentes en el grano de tarwi. En esta fase, se realizaron varios cambios de agua en una proporción de 1 parte de tarwi por 4 partes de agua. Se cambio el agua tres veces al día durante un periodo de 7 horas, por 6 días, hasta obtener agua clara y sin sabor amargo.

F. Secado

El proceso de secado permitió disminuir la cantidad de agua presente en los granos de tarwi. Este procedimiento se llevó a cabo sobre una manta extendida, utilizando la energía solar, y tuvo una duración de entre 1,5 y 2 días, dependiendo de las condiciones climáticas.

G. Molienda y tamizado

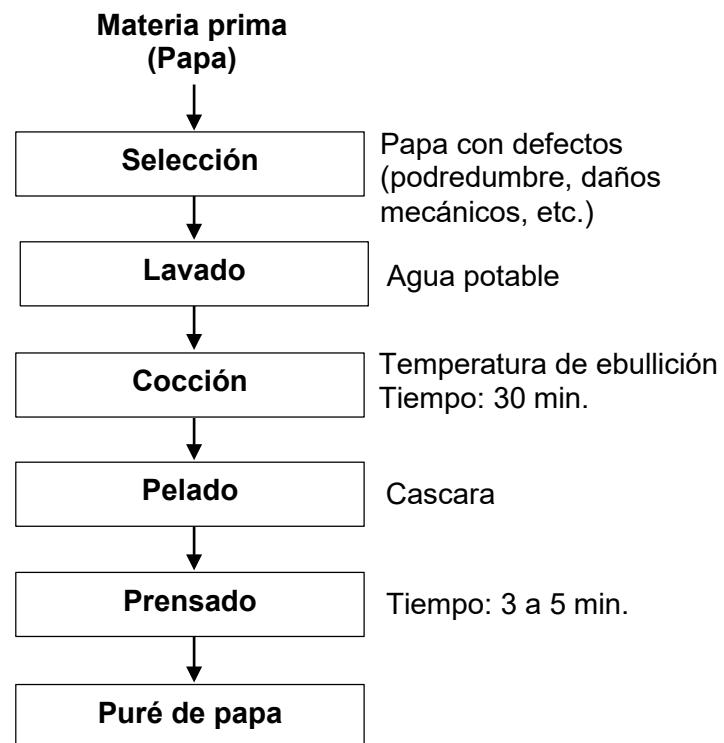
Esta etapa se llevó a cabo con el objetivo de reducir el tamaño de los granos secos de tarwi, transformándolos en partículas más pequeñas o finas. Para ello, se utilizó un molino de martillo, seguido de un tamizado con malla número 40, con el fin de lograr una mayor uniformidad en el tamaño de las partículas.

3.7.3 Obtención de pure papa de la variedad blanca

La elaboración del puré de papa se llevó a cabo siguiendo el diagrama de flujo presentado en la Figura 5.

Figura 5

Diagrama de flujo para la preparación de pure de papa



3.7.4 Descripción de los procedimientos para la elaboración de pure de papa blanca.

A. Recepción de materia prima

En esta etapa se recibieron los tubérculos de papa de la variedad blanca en estado fresco y maduro en costales de polietileno.

B. Selección / Clasificación

Se realiza una operación de forma manual y visual retirando los elementos extraños (podredumbre, daños mecánicos) y se seleccionaron el tamaño uniforme.

C. Lavado

Para el lavado se utilizó abundante agua potable que consistió en retirar la tierra y otros elementos extraños de la superficie de la papa.

D. Cocción

La cocción de la papa se realizó en una olla con agua a 100°C por un tiempo entre 30 a 45 minutos en relación de 1 Kg de papa por 1.5 L de agua. Posteriormente se dejó enfriar.

E. Prensadora

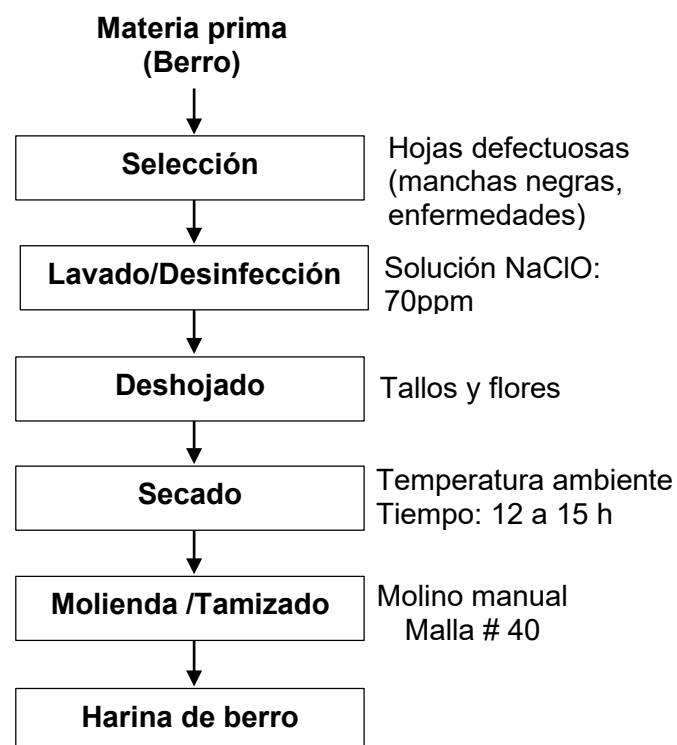
Esta operación se realizó con una prensa manual de cocina hasta obtener pure de papa, que duró aproximadamente 3 a 5 minutos.

3.7.5 Obtención de harina de berro

Para la obtención de harina de berro se realizó de acuerdo al diagrama de flujo mostrada en la Figura 6. A continuación se refiere:

Figura 6

Diagrama de flujo para la obtención de harina de berro



3.7.6 Descripción del proceso para la obtención de harina de berro

Para elaborar harina de berro, se utilizó la metodología propuesta por Pereira et al., (2023). El flujograma correspondiente a este proceso se presenta en la figura 6, y a continuación se proporciona una descripción detallada del mismo.

A. Materia prima

El berro se cosecho fresco con hojas tiernas y se trasladó con tallos en bolsas de plástico de polietileno desde el origen hasta el local donde se realizó las demás operaciones.

B. Selección

Se realizó una operación de forma manual y visual retirando los elementos extraños (manchas negras u hojas con enfermedades extrañas).

C. Lavado y desinfección

Se lavo con abundante agua potable con la finalidad de retirar suciedad y se procedió hacer la desinfección en una solución de hipoclorito de sodio 70 ppm.

D. Deshojado

En esta operación se retiró las hojas de los tallos de berro de forma manual.

E. Secado

El secado se realizó en una manta limpia exponiendo directamente a la temperatura de medio ambiente por un tiempo de 12 a 15 horas, dependiendo de las condiciones climáticas.

F. Molienda

Esta operación se hace con la finalidad de reducir el tamaño de las hojas secas en partículas más pequeñas o finas. Se utilizo un molino manual de granos.

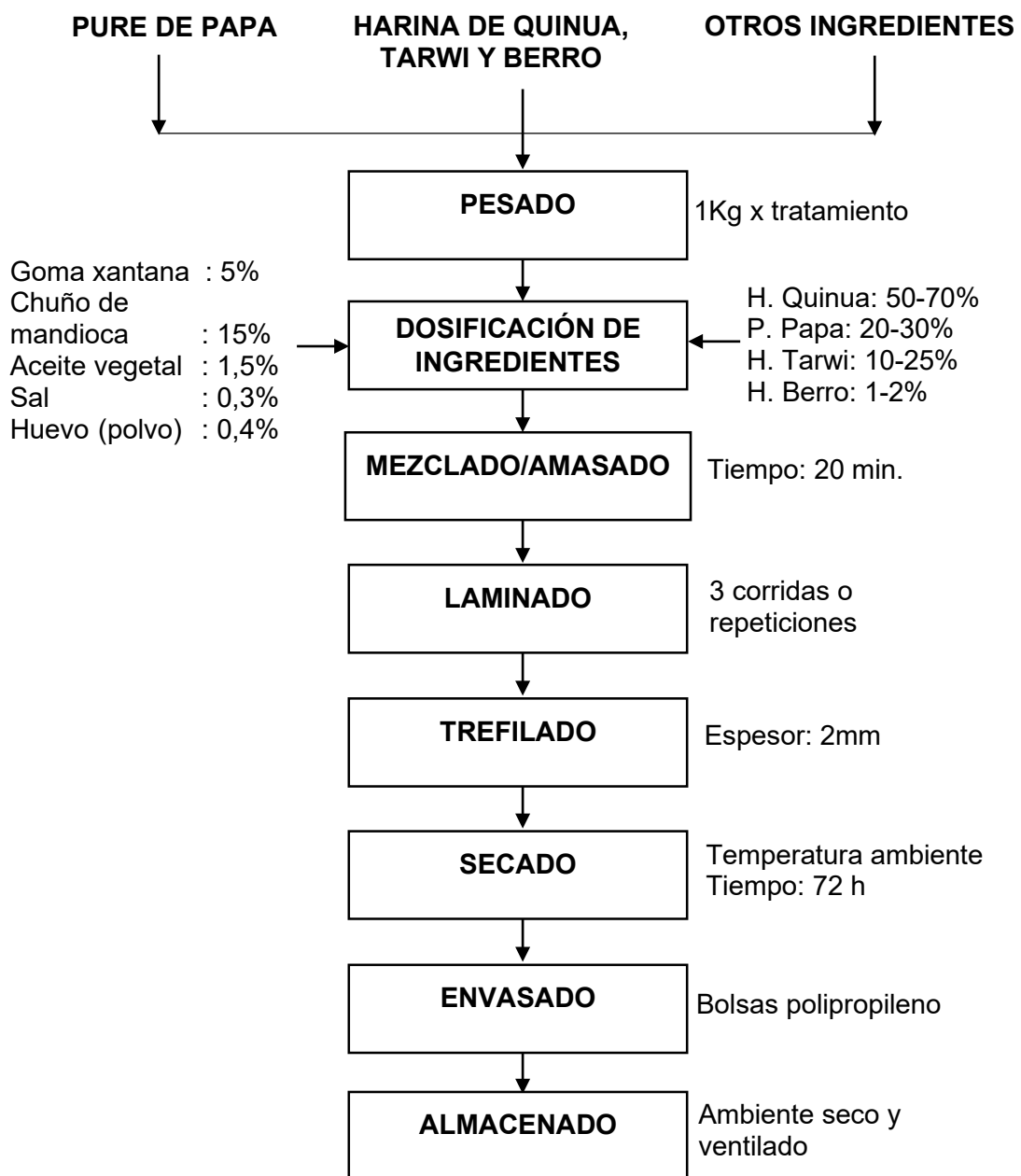
3.7.7 Método para la elaboración de tallarines libre de gluten

Este procedimiento se realizó con método común para las pastas alimenticias, mencionadas en el ítem 2.12.6.

Para la obtención de tallarín sin gluten se llevó acabo de acuerdo al diagrama de flujo mostrada en la Figura 7.

Figura 7

Diagrama de flujo para la obtención de tallarín sin gluten



3.7.8 Descripción de los procesos para la elaboración de tallarines sin gluten a utilizando harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y pure de papa

La elaboración de tallarines libre de gluten, se llevó acabo en el Centro Experimental de Panificación de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, procedimiento que se esquematizo en el Anexo 4, y se detalla a continuación.

A. Recepción

En esta fase, se realizó una verificación de la materia prima para asegurar que estuviera en óptimas condiciones, es decir, libre de impurezas, con una granulometría uniforme y sin olores rancios, ácidos u otros aromas que no correspondieran al olor característico del producto.

- **Harina de quinua:** Se utilizó harina de quinua blanca de la variedad Junín, adquirida de la empresa Wiraccocha – Ayacucho.
- **Harina de Tarwi:** El grano de tarwi se adquirió de la localidad Pomapuquio - distrito Acocro – Huamanga- Ayacucho. Se obtuvo la harina siguiendo la metodología mostrada en ítem 3.6.1.
- **Pure de papa:** La papa blanca (Yungay) fue adquirida de la localidad de Pomapuquio - distrito Acocro – Huamanga- Ayacucho. La pure de papa se obtuvo de acuerdo al flujograma mostrada en el ítem 3.6.3.
- **Harina de berro:** El berro se adquirió procedente de la localidad Pomapuquio - distrito Acocro – Huamanga- Ayacucho. Se obtuvo la harina siguiendo la metodología mostrada en ítem 3.6.5.

B. Pesado

El pesaje de las materias primas se realiza con el objetivo de utilizar diversas formulaciones en la producción de tallarines y evaluar el rendimiento del producto final. Se llevó a cabo el pesaje en función de 1 kg para cada uno de los tratamientos.

C. Dosificado de ingredientes

La dosificación es la etapa donde se hace el pesado para determinar la cantidad de las materias primas y otros ingredientes con el propósito de realizar las formulaciones establecidas.

En la tabla 19, se muestran el porcentaje de variables independientes (% quinua, % papa, % tarwi y % berro), por cada tratamiento en la elaboración de tallarín sin gluten, como sigue.

Tabla 19

Porcentaje para cada tratamiento en la elaboración de tallarines sin gluten en 100g

Tratamientos	Harina de quinua (%)	Pure de papa (%)	Harina de tarwi (%)	Harina de berro (%)
T1	69	20	10	1
T2	68	20	10	2
T3	59	30	10	1
T4	58	30	10	2
T5	54	20	25	1
T6	53	20	25	2
T7	50	24	25	1
T8	50	30	19	1
T9	50	23	25	2
T10	50	30	18	2

D. Mezclado

Este proceso de mezcla consistió simplemente en mezclar íntimamente la cantidad determinada de harina de quinua, tarwi y berro con otra cantidad precisa de goma xantana, huevo (polvo) y sal para obtener un producto completamente homogéneo, sin la presencia de grumos.

A continuación, en la tabla 20 se muestra los porcentajes de insumos en base a la materia seca (harinas)

Tabla 20

Porcentaje de insumos en base a la materia seca

Materias primas e insumos	Cantidad (%)
Harinas (quinua, tarwi, berro) y pure de papa	Según la formulación
Goma xantana	5
Chuño de mandioca	15
Sal	0.3
Huevo (polvo)	0.4
Aceite	1.5

E. Amasado

En el procedimiento de amasado es donde las harinas previo mezclado (fase solida) es adicionada a los componentes de la fase liquida (pure de papa, chuño de mandioca, aceite y agua) en una amasadora industrial, hasta alcanzar una masa consistente y homogénea. Esta operación se realizó por un espacio de 20 minutos.

F. Laminado

La masa después de amasar pasa por una maquina laminadora, que consiste en comprimir la masa entre dos rodillos cilíndricos para reducir su grosor. Se realizó 3 corridas o repeticiones.

G. Trefilado

En esta operación las láminas son introducidas a la máquina de “tallarinera manual” para dar forma a las pastas del mismo espesor (2mm) y longitud. Las pastas resultantes fueron recibidas en tubitos de aluminio para su posterior secado.

H. Secado

El objetivo del proceso de secado fue disminuir el contenido de humedad a un nivel inferior al 14%, lo que contribuye a prolongar la vida útil del producto y a conservar su forma durante el almacenamiento. Esta etapa es especialmente delicada, ya que los tallarines tienen propiedades higroscópicas. Un secado lento puede dar lugar a fermentación, mientras que un secado demasiado rápido puede causar agrietamiento y rotura. Por lo que el secado fue a temperatura ambiente durante un periodo de 72 horas.

I. Envasado

Los tallarines fueron empacados en bolsas de polipropileno con un contenido de 250g y finalmente selladas herméticamente.

J. Almacenamiento

El producto final fue almacenado en un lugar seco y ventilado con una buena circulación de aire.

3.8 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA ACEPTABILIDAD DE TALLARINES

La evaluación sensorial de los diez tratamientos de tallarines sin gluten, se llevó a cabo de acuerdo con la metodología especificada en la norma NTP ISO 6658:2008 (revisada en 2014). Este proceso se llevó a cabo en el laboratorio de Centro Experimental de Procesos Agroindustriales en la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia.

Los diez tratamientos fueron evaluados por un grupo de 30 panelista no entrenados de ambos sexos de diferentes edades, con el objetivo de determinar su nivel de aceptación, ya que sea satisfecho o rechazo. Para ello, se utilizó una Escala Hedónica de cinco puntos, donde 1 representó “Me disgusta mucho” y 5 “Me gusta mucho” (ver Anexo 5). Según lo indicado por Watts et al., (1992), los gustos, disgustos, preferencias y requisitos de aceptabilidad se obtienen mediante métodos analíticos adaptados a las necesidades del consumidor, así como a través de evaluaciones sensoriales realizadas por panelistas no entrenados. Estos paneles suelen estar compuesto por entre 30 y 50 participantes, que generalmente forman parte del personal de investigación o desarrollo de productos. Para la evaluación se consideró atributos sensoriales, color, olor, sabor y textura de tallarín sin gluten en estudio. De tal manera, el atributo sabor se realizó la cocción de la pasta con sal y sin aderezo. Así mismo, para evaluar la aceptación sensorial de tallarines sin gluten, se llevó a cabo la aplicación del diseño de bloques completo aleatorizados (DBCA). Los resultados fueron procesados mediante el análisis de varianza (ANOVA) con 5% ($\alpha=0,05$) de nivel de confianza, con la ayuda del soporte estadístico Minitab versión 18. En caso en el ANOVA hubiese significancia, entonces se determinará mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey, como sigue:

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

Donde:

Y_{ij} = Respuesta percibida sensorialmente (para i-ésimo tratamiento y j-ésimo panelista)

μ = Media población

T_i = Efecto de i-ésimo tratamiento: $i=1, \dots, t$

β_j = Efecto de j-ésimo panelistas en la muestra experimental; $j=1, \dots, P$

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

3.9 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se realizó un análisis para establecer la calidad sanitaria y la inocuidad del producto, asegurando su aptitud para el consumo humano. Este criterio microbiológico determina la aceptabilidad del producto y/o ingrediente alimentario en función de la presencia o ausencia de microorganismos, cuantificados por unidad de masa, volumen, área o lote. Las normas aplicadas están de acuerdo con lo establecido por el MINSA (2008). Para más información, consulte el Anexo 12.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Evaluación químico proximal de tallarines libre de gluten a partir de harinas (quinua, tarwi y berro) con pure de papa

Se realizó el análisis de la composición fisicoquímico de la pasta alimenticia. Según lo que se indica en el ítem 3.5.

Tabla 21

Valores promedio de fisicoquímico de tallarín sin gluten según el diseño experimental de mezclas con vértices extremos (en 100g de alimento)

Tratamientos	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	Ceniza (%)	Acidez (%)	Hierro (mg)
T1	11,24 ± 0,026	4,30 ± 0,067	12,84 ± 0,062	3,57 ± 0,055	2,303 ± 0,040	0,201 ± 0,011	10,61 ± 0,131
T2	11,25 ± 0,040	4,28 ± 0,051	12,77 ± 0,067	3,56 ± 0,061	2,283 ± 0,076	0,201 ± 0,020	10,45 ± 0,426
T3	11,41 ± 0,021	4,10 ± 0,078	12,42 ± 0,095	3,47 ± 0,081	2,277 ± 0,091	0,207 ± 0,022	10,94 ± 0,254
T4	11,42 ± 0,026	4,08 ± 0,060	12,35 ± 0,055	3,45 ± 0,076	2,273 ± 0,076	0,207 ± 0,021	11,02 ± 0,132
T5	11,11 ± 0,071	7,42 ± 0,040	14,60 ± 0,249	4,15 ± 0,083	2,263 ± 0,106	0,300 ± 0,025	10,80 ± 0,435
T6	11,12 ± 0,070	7,40 ± 0,047	14,51 ± 0,223	4,14 ± 0,049	2,267 ± 0,078	0,299 ± 0,020	10,64 ± 0,455
T7	11,18 ± 0,081	7,34 ± 0,047	14,36 ± 0,170	4,11 ± 0,062	2,263 ± 0,050	0,302 ± 0,027	10,28 ± 0,197
T8	11,35 ± 0,067	5,97 ± 0,081	16,58 ± 0,295	3,81 ± 0,093	2,270 ± 0,075	0,266 ± 0,017	13,20 ± 0,221
T9	11,18 ± 0,061	7,34 ± 0,062	16,69 ± 0,099	4,10 ± 0,057	2,253 ± 0,131	0,301 ± 0,029	13,72 ± 0,142
T10	11,35 ± 0,053	5,72 ± 0,042	14,42 ± 0,064	3,76 ± 0,089	2,247 ± 0,083	0,261 ± 0,027	10,36 ± 0,462

Nota. Media ± Desviación estándar (D.S.)

4.2 Análisis estadístico del contenido de humedad en tallarines sin gluten elaboradas con harinas de quinua, tarwi y berro junto con puré de papa

Al analizar la tabla 22, se observan diferencias significativas desde el punto de vista estadístico ($p < 0,05$) entre los distintos tratamientos, lo que indica que al menos uno de ellos es diferente de los demás. Esto sugiere que la incorporación de harinas de quinua, tarwi y berro, junto con puré de papa, ha tenido un impacto en la variación de la humedad en la pasta sin gluten. Para identificar qué tratamiento es diferente, se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey.

Tabla 22

Análisis de varianza para humedad en tallarines sin gluten

Fuente de variabilidad	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	9	0,35852	0,039836	18,88	0,000
Bloques	2	0,02409	0,012043	5,71	0,012
Error	18	0,03798	0,002110		
Total	29	0,42059			

Nota. *R-cuadrado 90,97%; S=0,0459347

La prueba de comparación de medias de Tukey para variable humedad de tallarín sin gluten se muestran en la tabla 23.

Tabla 23

Prueba de Tukey para humedad en tallarines sin gluten

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
T4	3	11,4200	A	
T3	3	11,4067	A	
T8	3	11,3533	A	B
T10	3	11,3500	A	B
T2	3	11,2467	B	C
T1	3	11,2400	B	C D
T7	3	11,1833	C	D

T9	3	11,1767	C	D
T6	3	11,1233	C	D
T5	3	11,1067		D

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

La tabla 23 muestra que el tratamiento con el promedio estadístico más alto de humedad es el T4, que se obtiene al añadir un 50% de harina de quinua (HQ), un 30% de puré de papa (PP), un 10% de harina de tarwi (HT) y un 2% de harina de berro (HB). Esto sugiere que estas concentraciones de los componentes utilizados en este estudio permiten alcanzar el mayor valor de humedad en la pasta sin gluten. En contraste, el tratamiento T5, que incluye un 54% de HQ, un 20% de PP, un 25% de HT y un 1% de HB, presenta el valor mínimo. La adición de puré de papa en la pasta sin gluten ha contribuido a aumentar los niveles de humedad, como se demostró en esta investigación.

Figura 8

Contorno de superficie para humedad en tallarines sin gluten

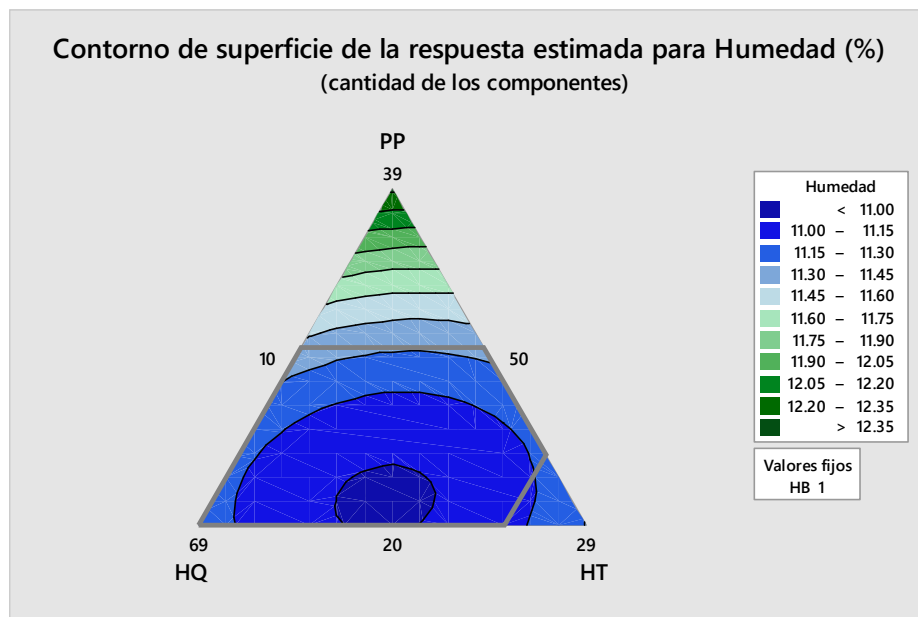
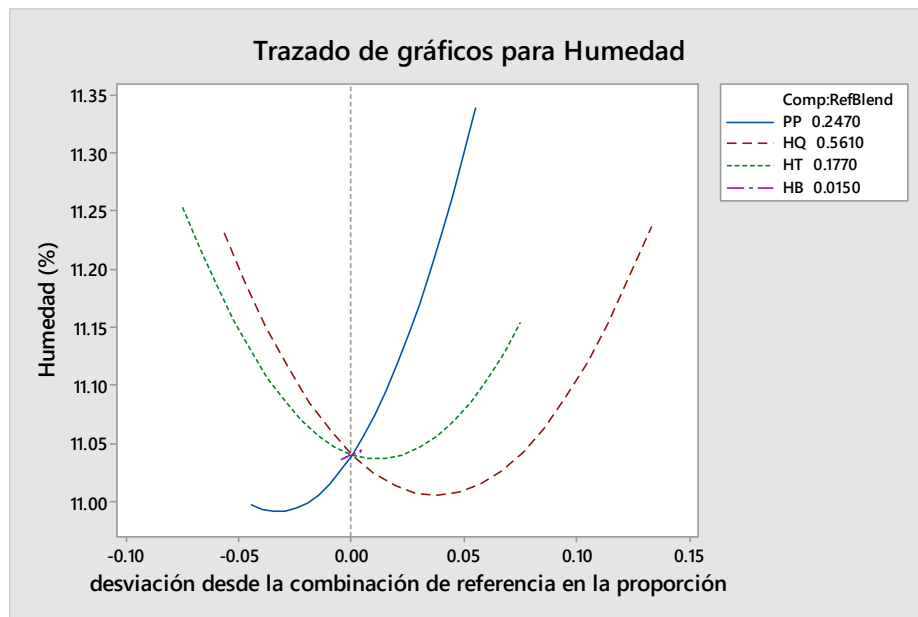


Figura 9

Trazado de gráficos para humedad en tallarines sin gluten



Las figuras 8 y 9 muestran que, a medida que se incrementa la adición de puré de papa (PP), también aumenta la humedad, lo que sugiere que este componente tiene una mayor capacidad de retención de agua. La tabla 19 indica que los valores de humedad para todas las formulaciones, de acuerdo con el diseño propuesto, fueron inferiores al 15%, que es el límite máximo permitido por la norma NTP 206.010:2016 sobre pastas y fideos para consumo humano.

Según González (2022), un elevado contenido de humedad (>13%) aumenta la posibilidad de cambios microbiológicos en el producto, volviéndolo más susceptible a la degradación. Esto puede dar lugar a toxiinfecciones y a la pérdida de las propiedades sensoriales deseadas.

Es probable que la mayor capacidad de hinchamiento y absorción del puré de papa se deba al elevado contenido de grupos fosfato en la amilopectina que contiene. Estos grupos provocan una repulsión entre las cadenas adyacentes, lo que incrementa la hidratación al debilitar los enlaces dentro de la parte cristalina del gránulo de almidón (Rodríguez et al., 2012).

4.3 Evaluación estadística del contenido de grasa en tallarines sin gluten elaborados con harinas de quinua, tarwi y berro junto con puré de papa

Al analizar la tabla 24, se observan diferencias significativas desde el punto de vista estadístico ($p < 0,05$) entre los tratamientos, lo que indica que al menos uno de ellos se distingue de los demás. Esto sugiere que la incorporación de harina de quinua, tarwi y berro, junto con puré de papa en la pasta sin gluten, influye en la variación del contenido de grasa. Para identificar qué tratamiento es diferente, se realizó la prueba de comparación de Tukey. La tabla 25 presenta los resultados de esta prueba.

Tabla 24

Análisis de varianza para grasa en tallarines sin gluten

Fuente de variabilidad	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	9	61,1514	6,79460	1746,85	0,000
Bloques	2	0,0002	0,00009	0,02	0,976
Error	18	0,0700	0,00389		
Total	29	61,2216			

Nota. *R-cuadrado 99,89%; S=0,0623669

Tabla 25

Prueba de Tukey para grasa en tallarines sin gluten

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T5	3	7,42333	A
T6	3	7,40333	A
T7	3	7,34333	A
T9	3	7,34000	A
T8	3	5,97333	B
T10	3	5,72333	C
T1	3	4,30333	D
T2	3	4,28333	D
T3	3	4,09667	E

T4	3	4,08333	E
----	---	---------	---

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

Según la tabla 25, se deduce que el tratamiento con el promedio estadístico más alto de grasa es el T5, que consiste en un 54% de harina de quinua (HQ), un 20% de puré de papa (PP), un 25% de harina de tarwi (HT) y un 1% de harina de berro (HB). Esta combinación de ingredientes permite alcanzar el mayor contenido graso en la pasta, mientras que el tratamiento T4, que incluye un 58% de HQ, un 30% de PP, un 10% de HT y un 2% de HB, presenta el valor mínimo. La incorporación de harina de tarwi ha contribuido significativamente a los valores de grasa, como se evidenció en este estudio.

Figura 10

Contorno de superficie para grasa en tallarines sin gluten

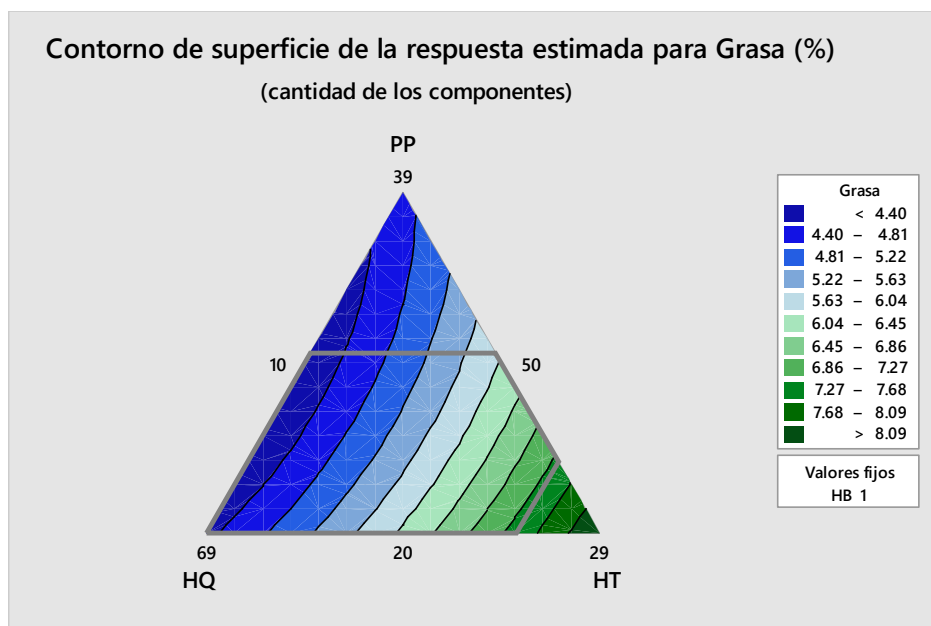
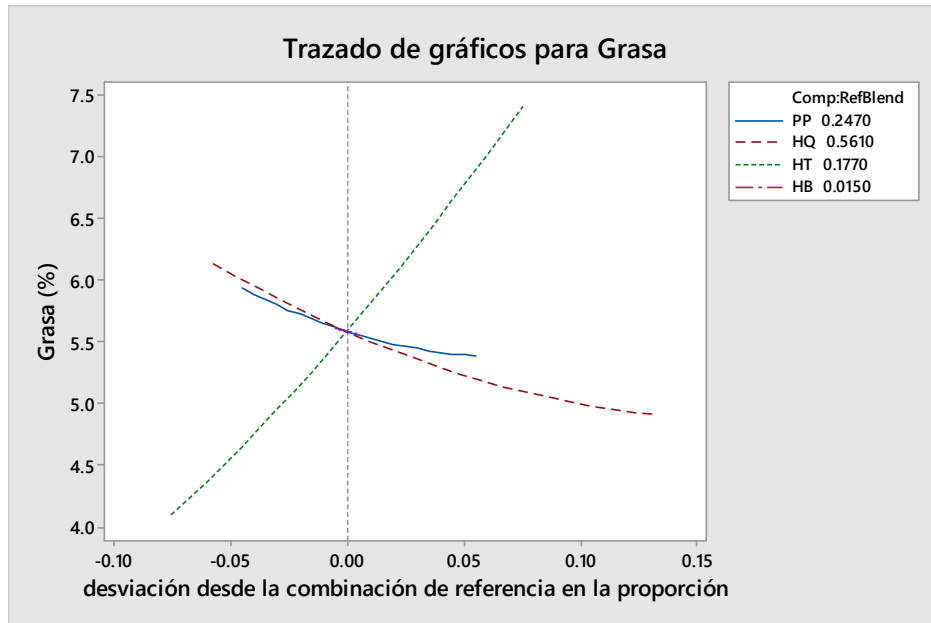


Figura 11

Trazado de gráficos para grasa en tallarines sin gluten



En las figuras 10 y 11 se observa que, a medida que se incrementa la adición de harina de tarwi (HT), también aumenta el contenido graso de la pasta. Esta tendencia se explica por la mayor proporción de grasa en la harina de tarwi, que, según Reyes et al., (2017), contiene aproximadamente un 27,9% de grasa. En comparación, la harina de quinua presenta un 6,0%, la papa fresca un 0,1% y el berro fresco un 0,8%. Esto demuestra que la harina de tarwi es la principal responsable del contenido graso en la pasta elaborada en este estudio.

Es importante destacar que el contenido de grasa en los 10 tratamientos osciló entre 4,08% y 7,42%. Estos resultados difieren de los encontrados por López y Pillaca (2018), quienes, al estudiar cinco formulaciones con un 0% a 30% de sustitución de harina de trigo por harina de zarandaja, hallaron valores de grasa entre 1,25% y 1,63%. Esta diferencia se atribuye al uso de harina de tarwi en la formulación de la pasta, lo que contribuye al incremento del contenido graso en el producto final. Sin embargo, se puede afirmar que, nutricionalmente, se clasifica como un producto energético.

Los valores de grasa encontrados en la pasta evaluada destacan la importancia nutricional de este producto. La incorporación de leguminosas, como el tarwi, permite agregar valor a estos y otros productos similares, gracias a su significativa composición de ácidos grasos insaturados, característica de los productos vegetales.

4.4 Evaluación estadística del contenido de acidez en tallarines sin gluten elaborados con harinas de quinua, tarwi, berro junto con puré de papa

Al analizar la tabla 26, se observa que existen diferencias significativas desde el punto de vista estadístico ($p < 0,05$) entre los distintos tratamientos, lo que indica que al menos uno de ellos se distingue de los demás. Esto sugiere que la incorporación de harinas de quinua, tarwi y berro, junto con puré de papa en la pasta sin gluten, ha influido en la variación de la acidez. Para determinar cuál tratamiento es diferente de los otros, se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey.

Tabla 26

Análisis de varianza para acidez en tallarines sin gluten

Fuente de variabilidad	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	9	0,056600	0,006289	13,88	0,000
Bloques	2	0,001893	0,000946	2,09	0,153
Error	18	0,008157	0,000453		
Total	29	0,066650			

Nota. *R-cuadrado 87,76%; S=0,0212874

La tabla 27 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de Tukey, que analiza la variación del contenido de acidez en las pastas sin gluten.

Tabla 27

Prueba de Tukey para acidez en tallarines sin gluten

Tratamiento	N	Media	Agrupación		
T7	3	0,301667	A		
T9	3	0,301333	A		
T5	3	0,300000	A		
T6	3	0,299333	A		
T8	3	0,265667	A	B	
T10	3	0,260667	A	B	C
T3	3	0,207333		B	C

T4	3	0,207000	B	C
T1	3	0,201333		C
T2	3	0,200667		C

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

Al analizar la tabla 27, se concluye que el tratamiento T9 presenta el promedio estadístico más favorable en términos de acidez. Este tratamiento está compuesto por un 50% de harina de quinua (HQ), un 23% de puré de papa (PP), un 25% de harina de tarwi (HT) y un 2% de harina de berro (HB). Es probable que la combinación y proporciones de estos ingredientes sean responsables de alcanzar el mayor nivel de acidez en la pasta sin gluten. En contraste, el tratamiento T2, que incluye un 68% de HQ, un 20% de PP, un 10% de HT y un 2% de HB, mostró el valor más bajo de acidez. La inclusión de harina de tarwi y puré de papa en la formulación de la pasta sin gluten ha demostrado ser efectiva para incrementar los niveles de acidez, como se evidencia en esta investigación.

Figura 12

Contorno de superficie para acidez en tallarines sin gluten

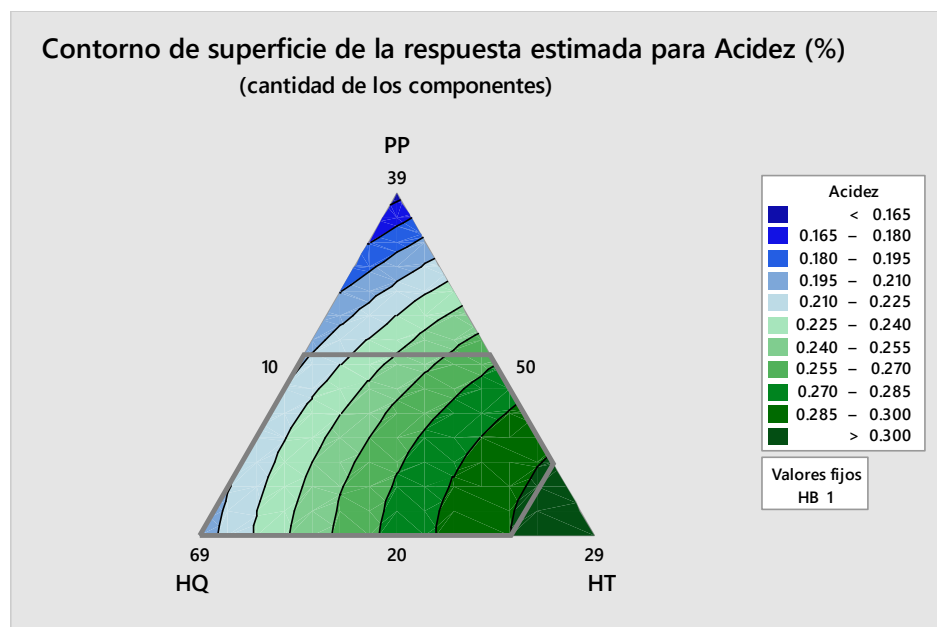
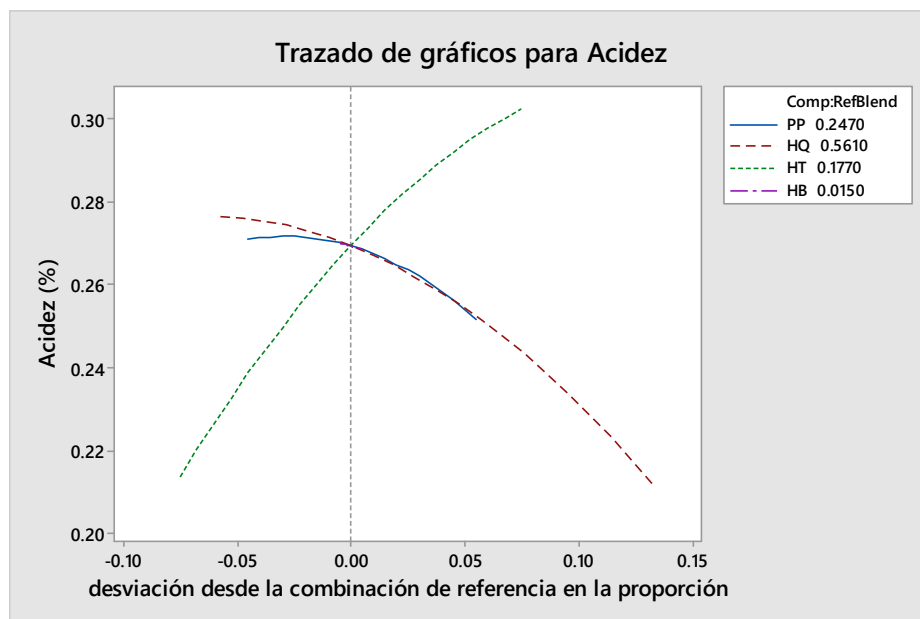


Figura 13

Trazado de gráficos para acidez en tallarines sin gluten



Las figuras 12 y 13 muestran que, a medida que se incrementa la incorporación de harina de tarwi, también aumenta el porcentaje de acidez titulable en la pasta. La tabla 19 indica que los valores de acidez para todas las formulaciones, de acuerdo con el diseño propuesto, fueron inferiores al 0,46% (expresado en ácido láctico), que es el valor máximo permitido por la norma NTP 206.010:2016 para pastas o fideos destinados al consumo humano. En este estudio, los niveles de acidez de la pasta variaron entre el 0,201% y el 0,302%. Estos niveles de acidez son importantes para garantizar la seguridad de las pastas y prevenir enfermedades, ya que valores de 0,4% o menos permiten obtener un producto inocuo y apto para el consumo humano (Gonzales et al., 2022).

La acidez en las pastas se debe a la actividad enzimática de los carbohidratos, que son el componente principal de las materias primas. Esta acción se intensifica en varias etapas del procesamiento, especialmente durante el secado. Un mayor contenido de humedad en la pasta potencia la actividad enzimática, lo que genera un incremento en la acidez (Rosas et al., 2018). Según Aguilar (2017) refiere que el aumento de acidez se debe al proceso de desecación, cuando se trabaja en un medio ambiente húmedo y cerrado. Pinares (2019) reporta que la elaboración de pastas con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y harina de quinua la acidez se incrementó gradualmente.

4.5 Evaluación estadística del contenido proteico en tallarines sin gluten elaborados con harinas de quinua, tarwi, berro junto con puré de papa

Al analizar la tabla 28, se observan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, lo que sugiere que al menos uno de ellos se distingue de los demás. Esto indica que la incorporación de harinas de quinua, tarwi y berro, junto con puré de papa en la pasta sin gluten, ha tenido un impacto notable en la variación de los niveles de proteínas. Para determinar cuál de los tratamientos es diferente, se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey.

Tabla 28

Análisis de varianza para proteína en tallarines sin gluten

Fuente de variabilidad	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	9	68,0969	7,56632	270,47	0,000
Bloques	2	0,0195	0,00973	0,35	0,711
Error	18	0,5035	0,02797		
Total	29	68,6199			

Nota. *R-cuadrado 99,27%; S=0,167256

A continuación, se muestra en la tabla 29 la prueba de comparación de medias de Tukey para variable proteína de tallarín sin gluten.

Tabla 29

Prueba de Tukey para proteína en tallarines sin gluten

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T9	3	16,6933	A
T8	3	16,5833	A
T5	3	14,6000	B
T6	3	14,5100	B
T10	3	14,4167	B
T7	3	14,3600	B
T1	3	12,8400	C

T2	3	12,7667	C
T3	3	12,4167	C
T4	3	12,3533	C

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

Al analizar la tabla 29, se observa que el tratamiento con el contenido de proteínas más alto es el T9. Este tratamiento incluye un 50% de harina de quinua (HQ), un 23% de puré de papa (PP), un 25% de harina de tarwi (HT) y un 2% de harina de berro (HB). La elevada concentración de estos ingredientes en la pasta libre de gluten parece haber contribuido significativamente al incremento de los niveles de proteínas, lo cual se ha corroborado en esta investigación.

Figura 14

Contorno de superficie para proteína en tallarines sin gluten

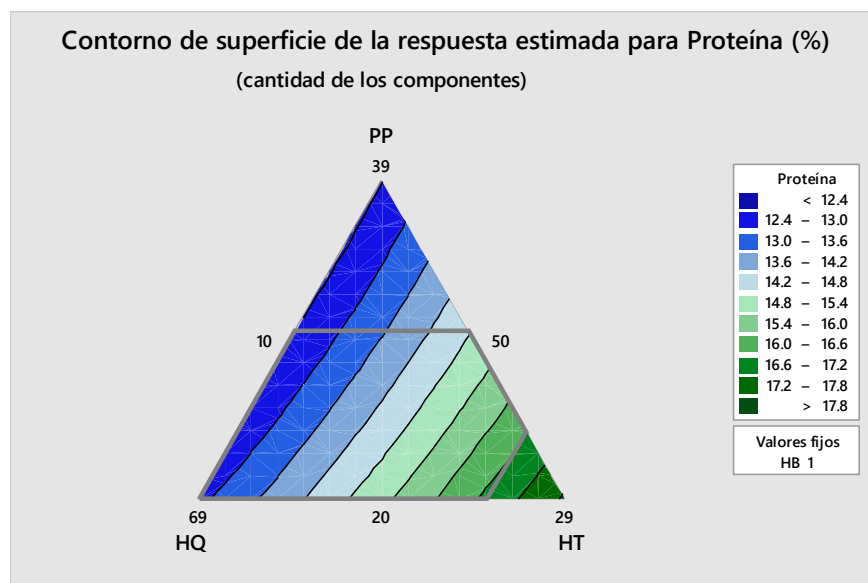
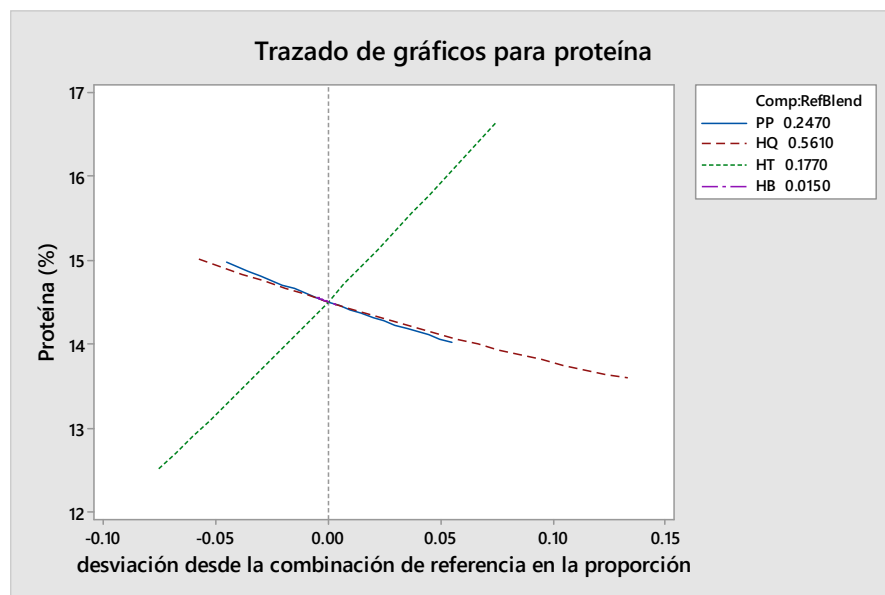


Figura 15

Trazado de gráficos para proteína en tallarines sin gluten



Las figuras 14 y 15 muestran que, a medida que se aumenta la incorporación de harina de tarwi, también se incrementa el porcentaje de proteína en la pasta. Ponce (2015) logró desarrollar un fideo nutritivo sustituyendo un 25% de harina de tarwi y un 18% de huevo. Según 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 esta investigación superan este límite mínimo, lo que indica que las pastas elaboradas constituyen una fuente significativa de proteínas.

Aguirre et al., (2022) reportaron un contenido de 10,9% de proteínas en pastas a base de harinas de quinua y arroz. Por su parte, García (2020) encontró un 9,8% de proteínas en fideos elaborados con subproductos de arroz y harina de quinua. Crisostomo (2023) obtuvo un 13,5% de proteínas en pastas elaboradas con puré de papa nativa y harina de quinua. Los valores encontrados por los autores descritos y por la NTP 206.010:1981 se encuentran por debajo de lo encontrado en este estudio.

4.6 Evaluación estadística del contenido de fibra en tallarines sin gluten elaborados con harinas de quinua, tarwi y berro, junto con puré de papa

El análisis de la tabla 30 sugiere que existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, lo que indica que uno o más tratamientos difieren de los demás. Esto sugiere que la incorporación de harina de quinua, tarwi y berro, junto con puré de papa, en los tallarines sin gluten tuvo un impacto en la variación de la fibra bruta.

Para identificar qué tratamiento es diferente, se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey.

Tabla 30

Análisis de varianza para fibra en tallarines sin gluten

Fuente de variabilidad	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	9	2,32857	0,258730	80,77	0,000
Bloques	2	0,04688	0,023442	7,32	0,005
Error	18	0,05766	0,003203		
Total	29	2,43311			

Nota. *R-Cuadrado = 97,63%; S = 0,0565979

En la siguiente tabla 31 se aprecia la prueba de comparación medias de Tukey para variable fibra de tallarín sin gluten.

Tabla 31

Prueba de Tukey para fibra en tallarines sin gluten

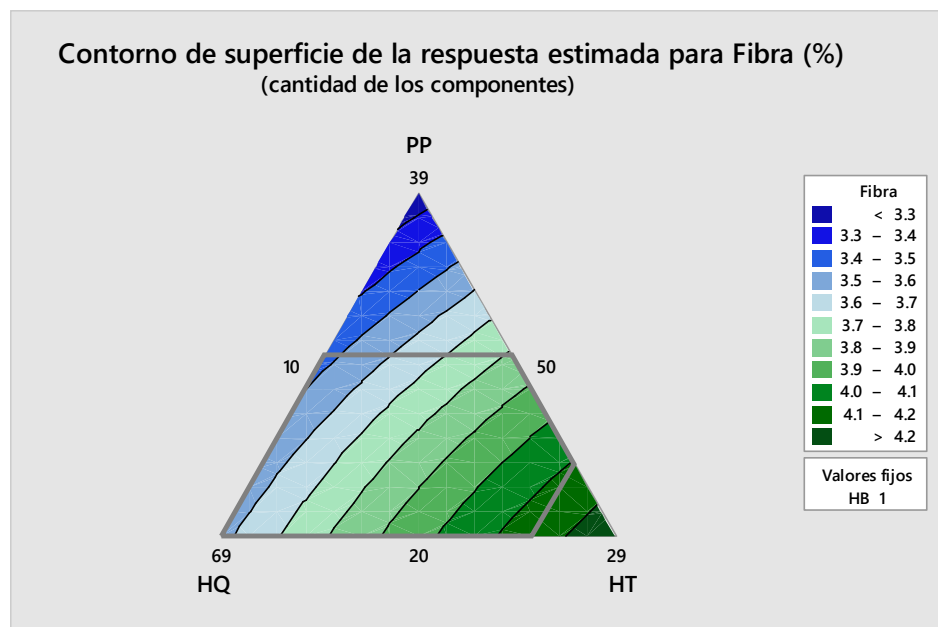
Tratamiento	N	Media	Agrupación
T5	3	4,15333	A
T6	3	4,13667	A
T7	3	4,11000	A
T9	3	4,10333	A
T8	3	3,80667	B
T10	3	3,76000	B
T1	3	3,56713	C
T2	3	3,55667	C
T3	3	3,46667	C
T4	3	3,44667	C

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

A partir de la tabla 31, se puede deducir que el tratamiento con el promedio estadístico más alto, es decir, el que presenta el mayor valor de fibra, corresponde al tratamiento T5. Esto se atribuye a la adición de 54% de harina de quinua (HQ), 20% de puré de papa (PP), 25% de harina de tarwi (HT) y 1% de harina de berro (HB) en la pasta. Estas concentraciones de los componentes utilizados en este estudio resultaron en el mayor contenido de fibra en la pasta sin gluten, mientras que el valor mínimo se registró en el tratamiento T4 (58% HQ, 30% PP, 10% HT y 2% HB). La incorporación de puré de papa y harina de tarwi en la pasta sin gluten contribuyó a aumentar los niveles de fibra, como se comprobó en esta investigación.

Figura 16

Contorno de superficie para fibra en tallarines sin gluten

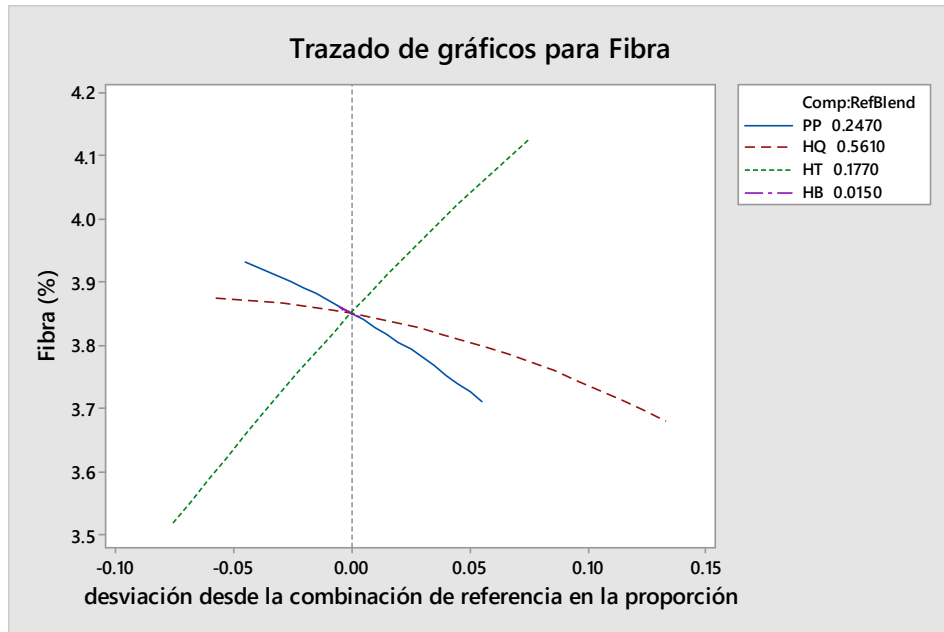


En las figuras 16 y 17 se observa que a medida se incrementa la incorporación de HT, también incrementa la fibra, debido a que este producto presenta cantidades importantes de fibra en su composición.

Bonilla & Calderón (2017) refieren que la cocción de la harina de tarwi puede ocasionar un aumento del contenido de fibra, como consecuencia de la formación de algunos compuestos como almidón resistente y productos de la reacción de Maillard.

Figura 17

Tazado de gráficos para fibra en tallarines sin gluten



Badui (2006) destaca que la fibra en los alimentos es fundamental en la dieta humana, ya que presenta diversas propiedades funcionales, entre las cuales se incluye la capacidad de retener agua y la población de los niveles de glucosa en sangre.

Las propiedades funcionales de la fibra son responsables de los efectos fisiológicos que produce y están determinadas por diversos factores, como la estructura de la fibra, la proporción de fibra soluble e insoluble, el tamaño de las partículas, la fuente de la fibra y el tipo de procesamiento al que ha sido sometida (Figuerola et al., 2005).

4.7 Evaluación estadística del contenido de cenizas en tallarines sin gluten elaborados con harinas de quinua, tarwi y berro, junto con puré de papa

La tabla 32 muestra que no hay diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, lo que significa que todos los tratamientos son estadísticamente similares. Esto sugiere que la adición de harinas de quinua, tarwi, y berro con puré de papa en tallarín sin gluten no influyó en la variación de las cenizas; por lo tanto, no se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey.

Tabla 32

Análisis de varianza para ceniza en tallarines sin gluten

Fuente de variabilidad	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	9	0,006800	0,000756	0,28	0,971
Bloques	2	0,093860	0,046930	17,62	0,000
Error	18	0,047940	0,002663		
Total	29	0,148600			

*Nota. *R-cuadrado 67,74%; S=0,0516075*

Figura 18

Contorno de superficie para ceniza en tallarines sin gluten

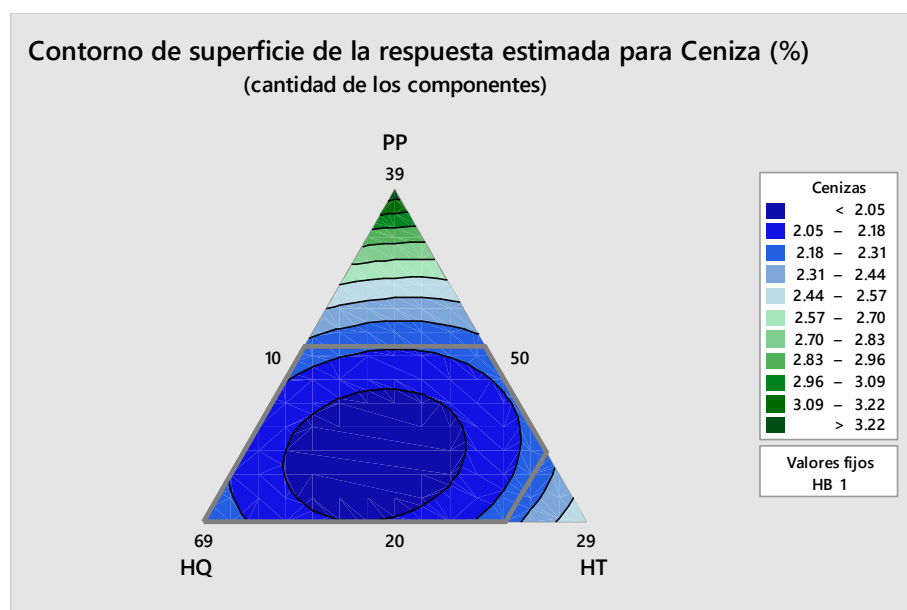


Figura 19

Trazado de gráficos para ceniza en tallarines sin gluten



En las figuras 18 y 19 se aprecia que a medida aumenta puré de papa y harina de tarwi existe un ligero aumento de ceniza en la pasta sin gluten, comprobándose que el adicionar los productos utilizados en la pasta elaborada en este estudio no generan cambios importantes en la composición de sales minerales.

4.8 Evaluación estadística del contenido de hierro en tallarines sin gluten elaborados con harinas de quinua, tarwi y berro, junto con puré de papa

La tabla 33 demuestra que existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, lo que indica que uno o más tratamientos difieren de los demás. Esto sugiere que la incorporación de harinas de quinua, tarwi y berro, junto con puré de papa, tuvo un impacto en los niveles de hierro en el tallarín sin gluten. Para identificar cuál tratamiento es diferente, se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey.

Tabla 33*Análisis de varianza para hierro en tallarines sin gluten*

Fuente de variabilidad	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	9	40,1705	4,46339	54,59	0,000
Bloques	2	0,5247	0,26236	3,21	0,064
Error	18	1,4718	0,08177		
Total	29	42,1670			

Nota. *R-cuadrado 96,51%; S=0,285949

En la tabla 34 se presenta la prueba de comparación de medios de Tukey para la variable hierro en el tallarín sin gluten.

Tabla 34*Prueba de Tukey para hierro en tallarines sin gluten*

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T9	3	13,7167	A
T8	3	13,2033	A
T4	3	11,0200	B
T3	3	10,9433	B
T5	3	10,8000	B
T6	3	10,6367	B
T1	3	10,6100	B
T2	3	10,4467	B
T10	3	10,3600	B
T7	3	10,2800	B

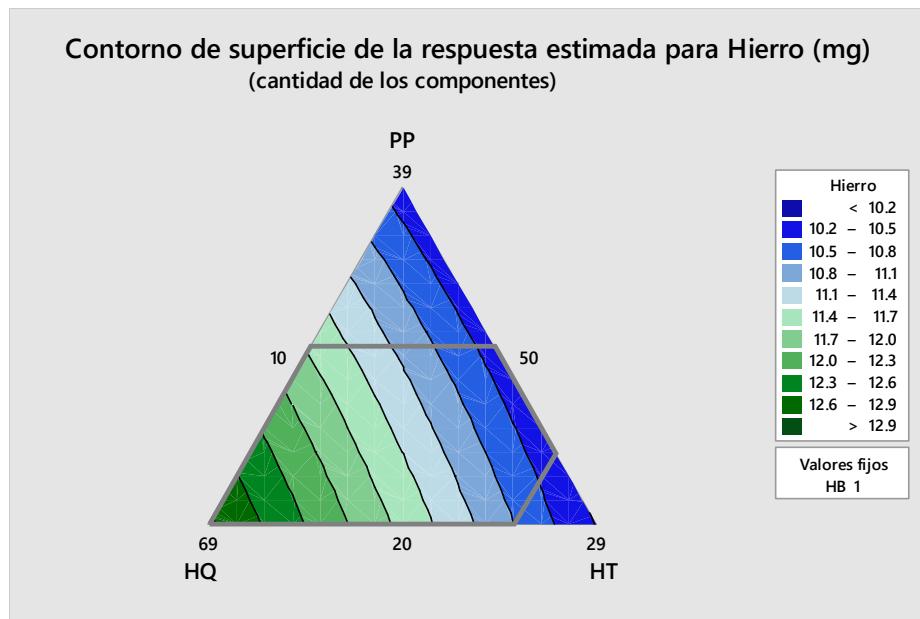
Nota. *Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Según la tabla 34, se puede inferir que el tratamiento más enriquecedor en términos de hierro es el T9, que presenta el promedio estadístico más alto. Esto se atribuye a la adición de 50% de harina de quinua (HQ), 23% de puré de papa (PP), 25% de harina

de tarwi (HT) y 2% de harina de berro (HB) en la pasta. Estas concentraciones de los componentes utilizados en este estudio resultaron en el mayor contenido de hierro en la pasta sin gluten. En contraste, el valor mínimo fue del tratamiento T7 (50% HQ, 24% PP, 25% HT y 1% HB). La incorporación de harina de quinua en la pasta libre de gluten contribuyó al aumento de los valores de hierro, como se evidenció en este estudio.

Figura 20

Contorno de superficie para hierro en tallarines sin gluten

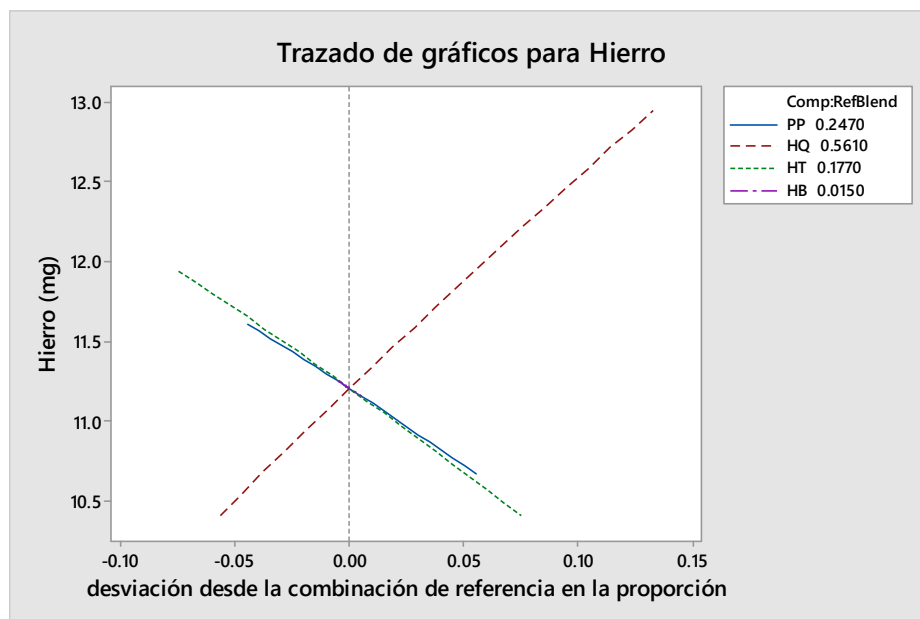


En las figuras 20 y 21 se observa que, a medida que aumenta la adición de harina de quinua, también incrementa el porcentaje de hierro en la pasta elaborada. La tabla 19 muestra que los niveles de hierro en la pasta sin gluten durante este estudio variaron entre 10,28 y 13,72 mg por cada 100 gramos de pasta.

Ruiz et al., (2000) indican que 100 gramos de pastas alimenticias (fideos) elaboradas con un 20% de harina de quinua proporcionarían niveles aceptables de fósforo, hierro y magnesio, conforme a los requerimientos definidos para personas adultas mayores.

Figura 21

Trazado de gráficos para hierro en tallarines sin gluten



La harina de quinua, gracias a su variada y significativa composición de nutrientes y micronutrientes, también aporta sales minerales. Según Alvarez et al., (2010), la quinua ha captado la atención de los consumidores como un alimento prometedor para la creación de productos dirigidos a personas celiacas. Esto se debe a su ausencia de gluten, a la alta calidad de sus proteínas, a su elevado contenido de fibra y a la presencia de minerales como el calcio y el hierro.

MIDAGRI (2023) señala que el tarwi, conocido también como lupino en otros países, es un alimento destacado por su valor nutricional, caracterizado por un alto contenido de proteínas y la presencia de minerales como el hierro, el fósforo y el zinc.

Estas consideraciones de la referencia consultada sustentan el aumento de esta sal mineral en la pasta elaborada, recomendando este producto para personas con bajo perfil nutricional por falta de hierro.

4.9 Evaluación sensorial de los tallarines sin gluten elaborados con harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y puré de papa

La evaluación sensorial de los alimentos es crucial, ya que permite aceptar o rechazar los productos. La tabla 35 presenta los resultados promedios de la evaluación de los atributos del tallarín sin gluten.

Tabla 35*Resultados de la evaluación sensorial de tallarín sin gluten*

Tratamientos	HQ (%)	PP (%)	HT (%)	HB (%)	Color	Olor	Sabor	Textura
T1	69	20	10	1	3,73	1,80	1,77	1,80
T2	68	20	10	2	2,07	1,77	1,80	1,83
T3	59	30	10	1	3,63	1,87	1,83	1,93
T4	58	30	10	2	2,83	1,83	1,77	1,83
T5	54	20	25	1	3,90	2,20	2,20	2,23
T6	53	20	25	2	2,13	2,90	2,93	3,03
T7	50	24	25	1	4,10	1,73	1,73	1,90
T8	50	30	19	1	3,83	1,90	1,80	1,87
T9	50	23	25	2	2,13	4,10	4,10	4,17
T10	50	30	18	2	2,23	3,53	3,73	3,87

Nota. *PP: Pure de papa; HQ: Harina de quinua; HT: Harina de tarwi; HB: Harina de berro

4.9.1 Evaluación estadística de atributo color

En la tabla 36 se presentan los resultados del análisis estadístico de varianza para el atributo color, que muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) en relación con la fuente de variabilidad de los tratamientos. Esto indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos respecto al atributo color. Para identificar cuáles tratamientos se diferencian de los demás, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey. Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los panelistas, lo que sugiere que los jueces no lograron distinguir el color entre los distintos niveles de tratamiento.

El ajuste del diseño propuesto fue superior al 50%, alcanzando un 59,22%, lo que ratifica la validez del modelo estadístico para el atributo color. A continuación, la tabla 35 presenta la prueba de comparación de medias de Tukey para el atributo color del tallarín sin gluten.

Tabla 36*Análisis de varianza para atributo color en tallarines sin gluten*

Fuente de variabilidad	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	9	198,19	22,0207	38,42	0,000
Panelista	29	19,12	0,6593	1,15	0,278
Error	261	149,61	0,5732		
Total	299	366,92			

Nota. *R-Cuadrado=59,22%; S=0,757120

Comparación múltiple de Tukey para el atributo color

En la tabla 37 y la figura 22 se presentan las comparaciones múltiples de Tukey entre los tratamientos. Se puede observar que los tratamientos T7, T5, T8, T1 y T3 son estadísticamente iguales; sin embargo, el T7 alcanzó la media más alta, lo que indica que fue el más aceptado en cuanto al atributo color. Este tratamiento incluye un 50% de harina de quinua (HQ), 24% de puré de papa (PP), 25% de harina de tarwi (HT) y 1% de harina de berro (HB). La aceptación del color se atribuye a las concentraciones variables de las harinas utilizadas, siendo la harina de berro la que más contribuyó a este atributo. En contraste, el tratamiento T2, que consistió en un 68% de HQ, 20% de PP, 10% de HT y 2% de HB, obtuvo el valor mínimo en cuanto a color. La incorporación de harina de berro en el tallarín libre de gluten mejoró significativamente el atributo color, como se demostró en este estudio.

Al respecto Martí et al., (2011) indican que el color es uno de los parámetros básicos que determinan la elección del consumidor y puede verse influenciado por varios factores, incluidas las condiciones de procesamiento y las formulaciones, así como la presencia de ingredientes específicos. El berro, por su parte, aporta propiedades colorantes y aromatizantes, además de ser rico en nutrientes como la vitamina C y el hierro (Padilla 2014).

Tabla 37

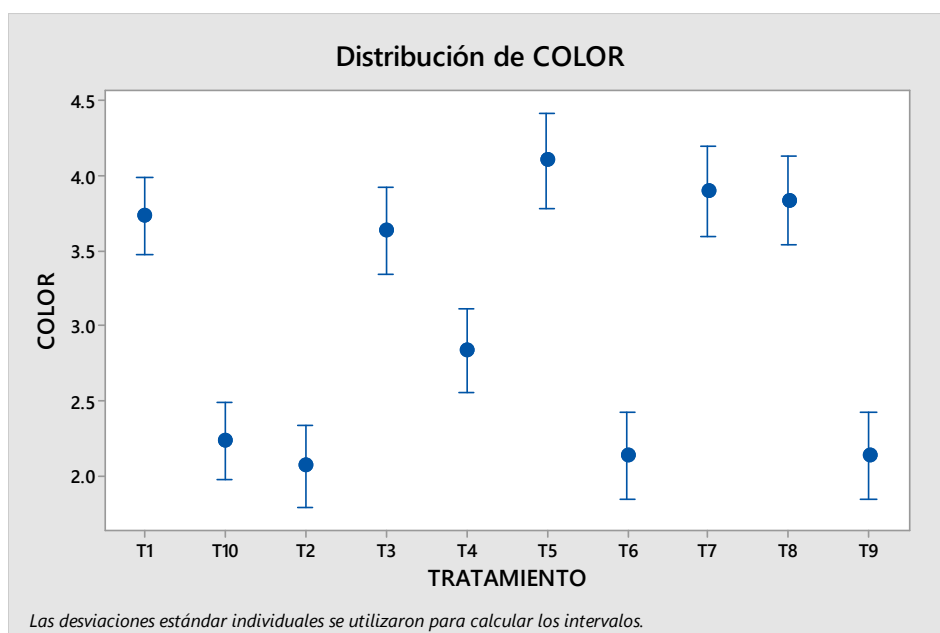
Prueba de Tukey para atributo color en tallarines sin gluten

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
T7	30	4,10000	A	
T5	30	3,90000	A	
T8	30	3,83333	A	
T1	30	3,73333	A	
T3	30	3,63333	A	
T4	30	2,83333	B	
T10	30	2,23333	B	C
T6	30	2,13333	C	
T9	30	2,13333	C	
T2	30	2,06667	C	

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

Figura 22

Distribución de atributo color en tallarines sin gluten



4.9.2 Evaluación estadística de atributo olor

El análisis estadístico de los resultados para el atributo olor mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) en relación con la fuente de variabilidad del tratamiento, como se observa en la tabla 38. Para determinar qué niveles de los factores produjeron medias superiores, se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey. Por otro lado, la fuente de variabilidad correspondiente a los panelistas no presentó diferencias significativas en cuanto al olor ($P > 0.05$), lo que indica que los panelistas no lograron diferenciar el olor entre los distintos niveles de tratamiento.

El ajuste del diseño propuesto fue superior al 50%, alcanzando un 59%, lo que ratifica la validez del modelo estadístico para el atributo olor. En la tabla 39 se presenta la prueba de medias de Tukey para el atributo olor del tallarín sin gluten.

Tabla 38

Análisis de varianza para atributo olor en tallarines sin gluten

Fuente de variabilidad	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	9	202,43	22,4922	38,71	0,000
Panelista	29	15,83	0,5459	0,94	0,559
Error	261	151,67	0,5811		
Total	299	369,93			

Nota. *R-Cuadrado=59%; S=0,762306

Comparación múltiple de Tukey para el atributo olor

Al incorporar harina de quinua y tarwi en la mezcla puede crear un olor diferente al que se encuentra acostumbrado en la pasta tradicional. De la tabla 39 y figura 23, se puede deducir que el mejor promedio estadístico, es decir el mejor tratamiento para el atributo olor evaluado por los panelistas, fue el T9 con una mezcla de 50% de harina de quinua (HQ), 23% de puré de papa (PP), 25% de harina de tarwi (HT) y 2% de harina de berro (HB) a la pasta, esto se debió a que las concentraciones variables utilizadas de las harinas en la pasta contribuyeron en el atributo olor, cuyo valor mínimo fue del tratamiento T7 (50% HQ, 24% PP, 25% HT y 1% HB). Las adiciones variables de harinas utilizadas en la elaboración de la pasta contribuyeron en la evaluación del atributo olor, esto se pudo comprobar en este trabajo.

Tabla 39

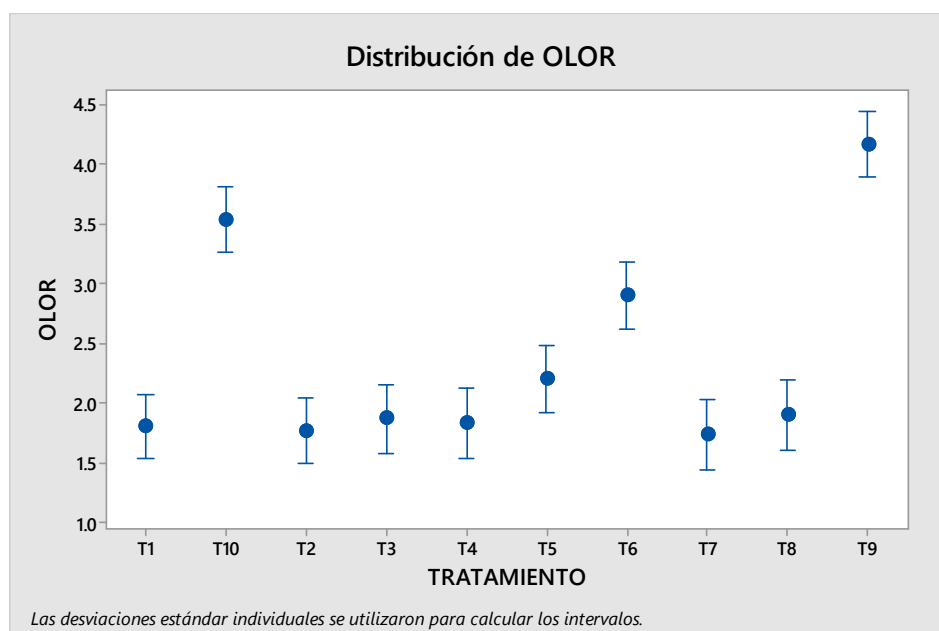
Prueba de Tukey para atributo olor en tallarines sin gluten

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T9	30	4,16667	A
T10	30	3,53333	B
T6	30	2,90000	C
T5	30	2,20000	D
T8	30	1,90000	D
T3	30	1,86667	D
T4	30	1,83333	D
T1	30	1,80000	D
T2	30	1,76667	D
T7	30	1,73333	D

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

Figura 23

Distribución de atributo olor en tallarines sin gluten



En la figura 23 se muestra la distribución de los promedios de puntajes obtenidos para el atributo color. Se observa que, a medida que se incrementa la incorporación de harina de berro, mejora la puntuación del olor de la pasta según los panelistas. Esto demuestra que la harina de berro influye positivamente en el aroma de la pasta elaborada.

4.9.3 Evaluación estadística de atributo sabor

El estudio estadístico de los resultados relacionados con el atributo sabor mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) respecto a los demás tratamientos, quiere decir, que los tratamientos presentan un sabor diferente con respecto a los otros, como se observa en la tabla 40. Para determinar que tratamiento se difiere de los demás o que niveles de los factores se consigue las medias más altas se determinó la prueba múltiple de Tukey. En cuanto en los panelistas ocurre lo contrario, ya que no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$), es decir, que todos los panelistas percibieron el mismo sabor entre los niveles de tratamientos.

El ajuste del diseño planteado fue superior a 50%, que ascendió a 62,97% ratificando el buen ajuste del modelo estadístico para el atributo sabor. La siguiente tabla 41 presenta la prueba múltiple de Tukey para atributo sabor de tallarín sin gluten.

Tabla 40

Análisis de varianza para atributo sabor en tallarines sin gluten

Fuente de variabilidad	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	9	218,07	24,2296	44,74	0,000
Panelista	29	22,27	0,7678	1,42	0,082
Error	261	141,33	0,5415		
Total	299	381,67			

Nota. *R-Cuadrado=62,97%; S=0,735872

Comparación múltiple de Tukey para el atributo sabor

En la tabla 41 y figura 24, se muestra las comparaciones de los tratamientos, y se puede verificar que los tratamientos T9 y T10 son estadísticamente iguales. El tratamiento más aceptado con una media de 4.10 representado con “me gusta” fue el tratamiento T9 que pertenece con la incorporación de 50% de harina de quinua (HQ), 23% de puré de papa (PP), 25% de harina de tarwi (HT) y 2% de harina de berro (HB) a la pasta, esto se debió

a que las concentraciones variables utilizadas de las harinas en la pasta contribuyeron en el atributo sabor, cuyo valor mínimo que representa con “me disgusta mucho” con una media de 1.73 fue del tratamiento T7 (50% HQ, 24% PP, 25% HT y 1% HB). La pasta fue servida añadiendo sal, pero sin sal o salsa, con el objetivo de que los panelistas pudieran degustar el sabor de la pasta, dado que la gente está habituada a consumir pastas tradicionales con todos los ingredientes. según Cruz et al., (2006) menciona que el berro podría mejorar el aroma y sabor ya que contiene principios activos como los glucosinolatos.

Las adiciones variables de harinas utilizadas en la elaboración de la pasta contribuyeron en la evaluación aceptable del atributo sabor, esto se pudo comprobar en este trabajo.

Tabla 41

Prueba de Tukey para atributo sabor en tallarines sin gluten

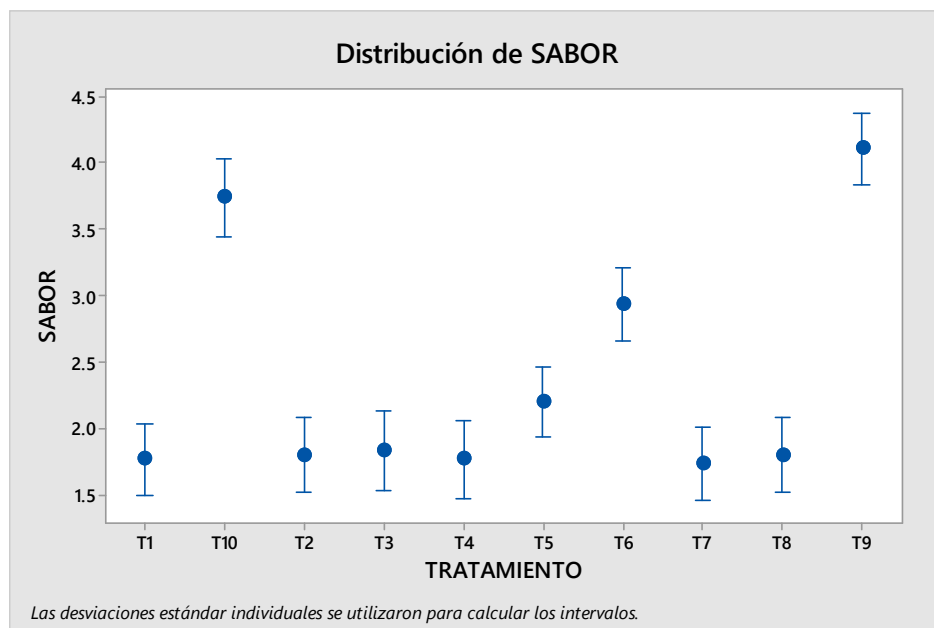
Tratamiento	N	Media	Agrupación
T9	30	4,10000	A
T10	30	3,73333	A
T6	30	2,93333	B
T5	30	2,20000	C
T3	30	1,83333	C
T8	30	1,80000	C
T2	30	1,80000	C
T4	30	1,76667	C
T1	30	1,76667	C
T7	30	1,73333	C

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

En la figura 24 se presenta la distribución de los promedios de puntajes asignados al atributo sabor. Se puede apreciar que, a medida que se incrementa la cantidad de harina de tarwi y berro, los jueces otorgan calificaciones más altas al sabor de la pasta. esto evidencia que tanto la harina de tarwi como la de berro tienen un impacto positivo en el sabor de la pasta elaborada.

Figura 24

Distribución de atributo sabor en tallarines sin gluten



4.9.4 Evaluación estadística de atributo textura

La textura es uno de las propiedades o atributos organolépticas que determina la mejora en el sabor de las pastas, no obstante, en la tabla 42, se comprueba que existe diferencias altamente significativas entre los niveles de tratamiento ($P < 0.05$), en efecto, que no todos los tratamientos presentan la misma textura, esto nos conlleva a realizar una prueba de comparación de los tratamientos donde mayor sea la media de este atributo, para lo cual se empleó la prueba de comparación múltiple de Tukey. En cuanto a los panelistas no difieren significativamente ($P > 0.05$), es decir que lograron percibir la misma textura en los tratamientos.

Además, el ajuste del diseño propuesto superó el 50%, lo que confirma la validez del modelo estadístico aplicado al atributo textura. La tabla 43 presenta los resultados de la prueba de Tukey para la textura de la pasta sin gluten.

Tabla 42

Análisis de varianza para atributo textura en tallarines sin gluten

Fuente de variabilidad	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	9	223,01	24,7793	43,76	0,000
Panelista	29	13,35	0,4602	0,81	0,743
Error	261	147,79	0,5662		
Total	299	384,15			

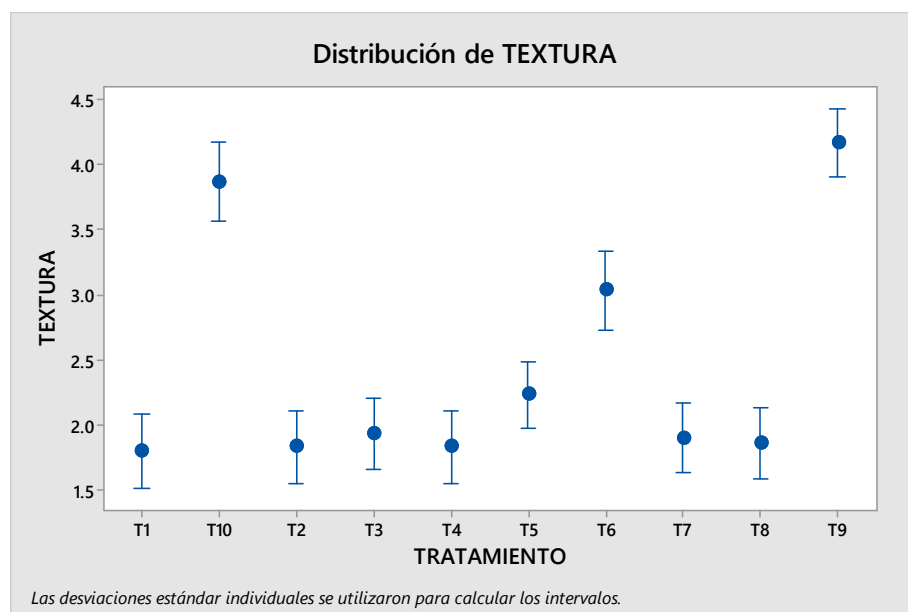
Nota. *R-Cuadrado=61,53%; S=0,752484

Comparación múltiple de Tukey para el atributo textura

La tabla 43 y la figura 25 evidencian que el promedio estadístico más alto, es decir, el mejor tratamiento para el atributo textura evaluado por los panelistas, fue el tratamiento (T9). Este atribuye a la incorporación de 50% de harina de quinua (HQ), 23% de puré de papa (PP), 25% de harina de tarwi (HT) y 2% de harina de berro (HB) en la pasta, esto se debió a que las concentraciones variables utilizadas de las harinas en la pasta contribuyeron en el atributo textura, cuyo valor mínimo fue del tratamiento T1 (69% HQ, 20% PP, 10% HT y 1% HB).

Figura 25

Distribución de atributo textura en tallarines sin gluten



Las variaciones en la adición de harinas durante la elaboración de la pasta tuvieron un impacto significativo en la evaluación del atributo textura. Se observó que una mayor incorporación de harina de quinua afecta negativamente la textura de la pasta, lo cual fue corroborado en esta investigación. Según Petitot et al., (2009), la inclusión de ingredientes sin gluten puede modificar la estructura de la pasta, lo que resulta en efectos adversos sobre los atributos sensoriales de la textura, como la cohesividad, elasticidad e hidratación, los cuales se ven comprometidos (Rodrigues et al., 2015).

Tabla 43

Prueba de Tukey para atributo textura en tallarines sin gluten

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T9	30	4,16667	A
T10	30	3,86667	A
T6	30	3,03333	B
T5	30	2,23333	C
T3	30	1,93333	C
T7	30	1,90000	C
T8	30	1,86667	C
T2	30	1,83333	C
T4	30	1,83333	C
T1	30	1,80000	C

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

La figura 25, muestra la distribución de los promedios del puntaje obtenido para el atributo textura, se observa que a medida se aumenta la incorporación de harina de quinua menor es la puntuación de la textura de la pasta por parte de los jueces, demostrándose que la mayor adición de harina de quinua en tallarín influyó negativamente en la textura de la pasta elaborada.

Los atributos de aroma y sabor son subjetivos y se pueden evaluar y controlar mediante ciertos instrumentos específicos. Sin embargo, medir el aroma de la pasta es complicado, por lo que es más efectivo confiar en panelistas semi-entrenados y entrenados para su evaluación.

En el siguiente estudio se utilizó un formato sensorial con una escala hedónica de 5 puntos. Pepe (2012) y Mora (2012) también emplearon una escala hedónica similar, y el análisis estadístico aplicado consistió en un diseño de bloques completos aleatorizados (DBCA) con un arreglo factorial (AxB) y la prueba de comparación de medias de Tukey.

De acuerdo con Florez et al., (2017), las pastas se categorizan según sus atributos sensoriales de color y apariencia visual. El color final de la pasta se ve influenciado por diversas características físicas de los ingredientes utilizados en su elaboración, incluyendo el tipo de harina, el método de molienda y las concentraciones empleadas. En cuanto al aspecto visual, la pasta debe tener una consistencia sólida y ser mecánicamente fuerte, de modo que mantenga su tamaño y forma durante el envasado y el transporte. No debe presentar grietas o cuarteaduras, ni burbujas o puntos blancos en su superficie. Al romperse, la fractura debe ser vítrea y uniforme.

Cuatro factores definen la calidad de la pasta seca: el color, las manchas, la firmeza y la flexibilidad. Generalmente, el color se basa en la calidad de las harinas utilizadas, que deben tener un tono amarillo brillante, lo cual es relevante para la elaboración de la pasta tradicional. La consistencia superficial de la pasta esta principalmente relacionada con las condiciones de la boquilla de extrusor, mientras que la firmeza y la flexibilidad de la pasta dependen principalmente de las condiciones de extrusión y secado (Hurtado, 2012)

Por otro lado, Badui (2012) señala que tanto la amilosa como la amilopectina juegan un papel crucial en las propiedades sensoriales y reológicas de los alimentos, principalmente a través de su capacidad para hidratarse y gelatinizarse.

Teniendo en cuenta los valores promedio de la evaluación organoléptica del tallarín sin gluten, presentados en el Anexo 6, el tratamiento que obtuvo el mayor puntaje en cuanto a los atributos de olor, sabor y textura fue el tratamiento T9, con puntuaciones de 4,17 para olor, 4,10 para sabor y 4,17 para textura. En cuanto al color, el tratamiento T5 destacó con un puntaje de 4,10. Los puntajes obtenidos para el tratamiento T9 indican que el producto es considerado “Me gusta”, lo que sugiere una buena aceptabilidad. Sin

embargo, es importante señalar que en el atributo color, el tratamiento T9 obtuvo una puntuación de 2,13, lo que indica que al panel no le agradó en este aspecto. A pesar de esto, en términos generales, el producto se clasifica como aceptable.

Con la base en lo anterior y el análisis estadístico efectuado, se puede deducir que la pasta sin gluten elaborada en este estudio es aceptada por los consumidores debido a la puntuación obtenida organolépticamente.

Adicionalmente, los valores fisicoquímicos determinados como humedad, grasa, proteína, fibra cruda, cenizas, ácidos y hierro evaluados, otorgan a la pasta sin gluten obtenido como apropiado, altamente nutritivo y saludable, debido a que se emplearon harinas libres de gluten como ingredientes en la elaboración de este producto.

4.10 Análisis microbiológico de tallarín sin gluten

El tratamiento T9 por ser el mejor, en cuanto a la aceptación sensorial y nutricional el que ha sido llevado a análisis microbiológico con el propósito de determinar si es o no adecuado para el consumo de las personas.

Los estudios se realizaron y determinados en el laboratorio “Bioteknia” (Análisis de alimentos y bebidas) en Ayacucho, siendo los resultados que se muestra en la tabla 44.

Informe de ensayo

PRODUCTO : PASTA ALIMENTICIA “A”

FECHA DE PRODUCCIÓN : 12.JUL.2024

FECHA DE VENCIMIENTO : 12.DIC.2024

MUESTRA : 01 BOLSA POR 500G

FECHA DE SOLICITUD : 16.JUL.2024

FECHA DE MUESTREO : 17.JUL.2024

FECHA DE ANÁLISIS : 17.JUL.2024

Nota. Adaptado de (Laboratorio Bioteknia, 2024)

Tabla 44*Resultados de análisis microbiológico de tallarín sin gluten*

Orden	Ensayo	Resultados	Limite (g/ml)	
			m	M
01	<i>Mohos</i> (UFC/g)	< 10	10 ²	10 ³
02	<i>Coliformes</i> (NMP/g)	4	10	10 ²
03	<i>Salmonella</i> (por 25 g)	Ausencia	Ausencia/25g	---

Nota. Adaptado (Laboratorio Bioteknia, 2024)

Los resultados presentes para el análisis microbiológico realizado a la muestra de tallarín formulado con harinas no convencionales y pure de papa fue para el mejor tratamiento T9, donde se puede afirmar que recuento de *Mohos*, determinación del número de más probable de *Coliformes* totales y *Salmonella*, reportaron resultados que cumplen con los requisitos microbiológicos, para pastas o fideos para consumos humano establecidos según la norma NTP 206.010:2016 (Anexo 13).

CONCLUSIONES

- ✓ Se estableció la mezcla adecuada para la obtención de tallarines sin gluten, basada en sus atributos sensoriales. El tratamiento T9, que consiste en un 50% de harina de quinua (HQ), un 23% de puré de papa (PP), un 25% de harina de tarwi (HT) y un 2% de harina de berro (HB), fue el que mejor se ajustó a estas características.
- ✓ La composición fisicoquímica del tallarín sin gluten correspondiente al tratamiento de mayor aceptación (T9) es la siguiente: 11,18% de humedad, 7,34% de grasa, 16,69% de proteína, 4,10% de fibra cruda, 2,25% de ceniza, 0,301% de acidez y 13,72 mg de hierro.
- ✓ Los resultados del análisis microbiológico son los siguientes: mohos < 10 UFC/g, coliformes 4 NMP/g, y ausencia de Salmonella en 25 g. Estos resultados indican que los tallarines sin gluten cumplen con buenas prácticas de limpieza e higiene, y se encuentran dentro de los rangos permitidos por la Norma Técnica Peruana.

RECOMENDACIONES

- ✓ Utilizar puré de berro previamente escaldado, ya que, a mayores concentraciones, la pasta (tallarín) presenta un sabor picante y un olor intenso.
- ✓ Estudiar y evaluar el efecto de las condiciones de laminado y secado de la pasta, controlando variables como el número de pasadas en la laminadora, la humedad relativa, el acondicionamiento de la cámara de secado, así como el tiempo, la temperatura de permanencia y el enfriamiento.
- ✓ Realizar un estudio sobre la vida útil del tallarín sin gluten utilizando diferentes sistemas de empaque.

BIBLIOGRAFÍA

- ACTA, A. C. (2004). *Reología y textura en la industria de alimentos*. Bogotá.
- Afaray, A. (2014). Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Tesis*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. Obtenido de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1779>
- Aguilar, I. (2017). Optimización del proceso de secado en pastas alimenticias. *Tesis*. Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28690>
- Aguirre, L., Malpartida, R., Ore, F., & Ruiz, A. (2022). Formulación de pasta para celíacos con harina pregelatinizada de *Chenopodium quinoa* Willd y *Oryza sativa*. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 6, 20 - 32. doi:<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i16.147>
- Alvarez, L., Arendt, E., & Gallagher, E. (2010). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 106-113. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.10.014>
- Andújar, G., Guerra, M., & Santos, R. (2000). *LA UTILIZACIÓN DE EXTENSORES CÁRNICOS*. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, La Habana.
- Apaza, V. (2005). *Manejo y mejoramiento de quinua orgánica*. Estación Experimental Agraria Illpa-Puno. Puno, Perú: Manual N° 01.
- Arendt, E., & Dal Bello, F. (2008). Gluten free cereal and beverages. *ELSEVIER*.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Mexico: Pearson Educación.
- Badui, S. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. México: Pearson Educación.
- Baldera, K., Meza, D., Cárcamo, C., Holmes, K., & García, P. (2020). SEROPREVALENCIA POBLACIONAL DE LA ENFERMEDAD CELIACA EN ZONAS URBANAS DEL PERÚ. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 63-6. doi:<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.371.4507>
- Biesiekierski, J. (2017). What is gluten. *Journal of Gastroenterology and Hepatology Foundation*, 78-81. doi: <https://doi.org/10.1111/jgh.13703>

- Bonilla, J., & Calderón, A. (2017). Estudio de la utilización de harina de chocho, extracto de levadura y goma guar en pan de molde: optimización mediante metodología de superficie de respuesta. *Tesis*. Universidad San Francisco de Quito, Quito.
- Callejo, M. J. (2002). *Industria de cereales y derivados*. Madrid: AMV Ediciones: Mundi-Prensa.
- Castro, A., & Reyes, N. (2021). Evaluación de la composición nutricional de fideos elaborados a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de Persea americana (palta). *Tesis*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Cerrate, E. D. (1989). Efecto de sustitución del trigo por tres variedades de cebada en la elaboración de fideos. *Tesina*. Universidad Nacional Agraria La Moilna, Lima.
- Cigi. (1993). *Grains and Oilseeds*. Canada: Canadian International Grains Institute.
- CIP. (2006). *La papa, tesoro de los andes*. Lima.
- Crisostomo, 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*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.
- Cruz, R., Vieira, M., & Silva, C. (2006). Effect of heat and thermosonication treatments on peroxidase inactivation kinetics in watercress (*Nasturtium officinale*). *Journal of Food Engineering*, 8-15.
- Cubadda. (1989). Current research and future needs in durum wheat chemistry and technology. *Cereal foods work*.
- De la cruz, E. (2016). Control de calidad de los productos Agroindustriales. *Copias de la asignatura*. UNSCH, Ayacucho.
- Egúsquiza, R. (2000). *Papa: producción, transformación y comercialización*. Universidad Nacional Agraria la Molina. ADEX.
- Escamilla, A. (2001). Métodos para evaluar la calidad en trigos cristalinos (*Triticum durum*), semolinas y pastas alimenticias. *Tesis de licenciatura*. Universidad Autónoma de México, México.

- Espinosa, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Habana: Editorial Universitaria. Obtenido de <http://revistas.mes.edu.cu>
- Felder, A. (2003). Enciclopedia de los alimentos: Pastas alimenticias, distribución y consumo.
- Figuerola, F., Hurtado, M., Estévez, A., Chiffelle, I., & Asenjo, F. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91, 395-401. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.036>
- Florez, 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*). *Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 25(42), 3-17.
- Fuentes, C., Kanashiro, L., Meléndez, R., Pajares, D., Vera, L., & Vidal, C. (2009). *Planta de puré instantáneo de papas nativas en Cajamarca*. Lima: Universidad ESAN.
- García, J. (2020). Fideos Instantáneos a Partir de Harina de Arrocillo $\frac{3}{4}$ Subproducto de Arroz (*Oryza Sativa*) Variedad Moro Enriquecido con Harina de Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) Variedad Blanca Junín. *Tesis*. Universidad Nacional de Jaén, Jaén. Obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/88>
- Ghannam, N., & Crowley, H. (2006). The effect of low temperature blanching on the texture of whole processed new potatoes. *Journal of Food Engineering*, 335–344. Obtenido de www.elsevier.com/locate/jfoodeng
- González, 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. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume7/7/8/29.pdf>
- Granotec. (1998). Factores que afecta la calidad de la pasta. Obtenido de www.granotec.com
- Gross, R., Von Baer, E., Koch, F., Marquard, R., Trugo, L., & Wink, M. (1988). Composición química de una variedad de Lupino (*Lupinus mutabilis* var. Inti) con bajo contenido de alcaloides. *Journal Food Comp.*

- Guevara, J. (2021). Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos cárnicos. *Tesis*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato.
- Hernández, J., & Zapata, J. (2008). Desarrollo de un proceso a escala de laboratorio para la obtención de harina y un producto alimenticio a base de oca de soya. *Tesis*. Universidad EAFIT, Medellín.
- Hernández, R. R. (1997). Obtención de crudos de saponinas hipocolesteromizantes del *Chenopodium quinoa* Willd. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 55-62.
- Hurtado, P. (2012). Harina de plátano sazón de dos variedades como ingrediente funcional para la sustitución parcial en la elaboración de fideos. *Tesis*. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.
- INACAL. NTP 206.010.2016. Pastas o fideos para consumo humano. Requisitos. Lima.
- INIA. (2024). Potencial de harinas no convencionales (HNCs) con alto aporte en proteínas, a partir de leguminosas producidas en el sur de Chile.
- Jacobsen, S. E., & Mujica, A. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. (B. Ø. M. Moraes R., Ed.) *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 458-482.
- Kill, R., & Turnbull, K. (2004). *Tecnología de la elaboración de pastas y sémola*. España: Acribia S.A.
- Leyva, L. (2019). Papa Yungay. *Tuberculos.org*.
- Liu, K., Stieger, Linden, E., & Velde, F. (2016). Tribological properties of rice starch in liquid and semi-solid food model systems. *Food Hydrocolloids*, 184-193. doi:DOI:10.1016/j.foodhyd.2016.02.026
- Loaiza, A. (2020). Importancia de los cultivos andinos en contexto pandemia. *CEDEP AYLLU*.
- López, C., & Pillaca, J. (2018). Formulación de fideos con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum durum*) por harina de zarandaja (*Dolichos lablab*). *Tesis*. Universidad Señor de Sipán, Píntel.

- López, G. M. (2022). Valoración de los beneficios nutricionales del Berro (*Nasturtium Officinale*). *Revista de Investigación e Innovación Científica y tecnológica Gnosis Wisdom*, 2. Obtenido de <https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v2i2.32>
- Martí, H. R., Chlaudil, H. D., & Corbino, G. (2011). La batata: el redescubrimiento de un cultivo. *Dialnet*, 17-23.
- McLean, R., & Anderson, V. (1966). Extreme vertice design of mixture experiments. *Technometrics*, 8, 447-454.
- MIDAGRI. (2023). Producción y comercio del tarhui. *Dirección General de Políticas Agrarias*. Obtenido de <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1398/1/Producci%C3%B3n%20y%20comercio%20del%20Tarhui.pdf>
- MIDAGRI, & DGPA. (2018). Manejo Agronómico Practica de Conservación de Suelos, Producción, Comercialización y Perspectivas de Granos Andinos.
- MINSA. (2008). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Lima: NTS N° 071-MINSA/DIGESA.
- Mora, A. (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*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Mújica, Á., & Jacobsen, S. E. (2006). El tarwi (*Lupinus Mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 458-482.
- Mújica, Á., & Jacobsen, S. E. (2007). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 449-457.
- Mujica, A., Aguilar, J., & Jacobsen, S. (2001). *Resúmenes de investigaciones en tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) 1976-2001*. Puno.
- Pepe, F. (2012). Comparación de las mezclas de harina de trigo (*Triticum* spp) y chocho (*Lupinus mutabilis*) en la evaluación sensorial de pastas. *Tesina*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Pereira, F. A., Ruíz, K. S., Orozco, F. A., & Pereira, K. M. (2023). Elaboración de harina de banano fortificada con berro. *Ciencia UNEMI*, 21-27.

- Petitot, M., Abecassis, J., & Micard, V. (2009). Structuring of pasta components during processing: Impact on starch and protein digestibility and allergenicity. *Trends in Food Science & Technology*, 20, 521-532.
- 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*. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay. Obtenido de <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/893>
- Ponce, M. (2015). Fideos con harina de chocho: Un estudio demuestra la ganancia en contenido nutricional de una pasta alimenticia y la conservación de sus propiedades, al sustituir parte de la sémola de trigo por harina de chocho. *Proyecto de investigación*. Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Quito.
- Ramírez, J. (2012). Análisis Sensorial: Pruebas Orientadas al Consumidor. *ReCiTeIA*. Obtenido de <http://revistareciteia.es.tl/>
- Reyes, M., -Sanchez, I., & Espinoza, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos* (10 ed.). Lima.
- Reynoso, Z., & Bacigalupo, A. (1970). Investigaciones tecnológicas y nutricionales sobre el uso de la papa en la producción de pan. *Tesis*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Rodrigues, S., de Mello, A., de Caldas, M., Carneiro, C., Moreira, P., & de Oliveira, M. (2015). Utilization of sorghum, rice, corn flours with potato starch for the preparation of glutenfree pasta. *Food Chem*, 147-151. doi:doi: 10.1016/j.foodchem.2015.04.085
- Rodríguez, E., Lascano, A., & Sandoval, G. (2012). Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15, 199 - 207. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262012000100021
- Romero, E., Cárdenas, N., Salazar, J., & Cevallos, C. (2018). *Elaboración de pastas sin gluten para personas celiacas*. Riobamba: XVII Seminario Internacional de Salud, Alimentación y Nutrición Humana.

- Rosas, R., Gómez, N., Tomás, E., Hernández, A., Dorantes, J., García, B., & Vázquez, G. (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. doi:<https://doi.org/10.29057/icbi.v5i10.2878>
- Ruiz, M., Artacho, R., & López, C. (2000). Recomendaciones nutricionales para los ancianos. *Ars Pharmaceutica*, 101-113.
- Saavedra, G., Blanco, C., Pino, M., & Aspe, C. (2011). *Hortalizas saludables: Berro*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/5253>
- Salcedo, A. L. (2009). Obtencion de harina de Tarwi. *Tesis*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Tapia, M. (1997). *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. Santiago: FAO.
- Tapia, M., & Fries, A. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. Lima: FAO y ANPE.
- Villanueva, R. (2017). Productos libres de gluten: un reto para la industria de los alimentos. *Ingeniería Industrial*, 184-194.
- Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., & Elías, L. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.
- Wieser, H., Konitzer, K., & Koheler, P. (2012). Cereal Foods World. *AACC International Society*, 57, 201-248.
- Witting, E., Serrano, L., Bunger, A., Soto, D., López, L., Hernández, N., & Ruales, J. (2002). Optimización de una formulación de espaguetis enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el adulto mayor. *Archivos latinoamericanos de nutrición*.

ANEXOS

ANEXO 1

PANEL FOTOGRÁFICO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE BERRO

Figura A1.1. Materia prima	Figura A1.2. Secado
	
Figura A1.3. Molienda (Harina de berro)	
	

ANEXO 2

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA OBTENCIÓN DE HARINA DE TARWI

Figura A2.1. Grano de tarwi	Figura A2.2. Hidratado
	
Figura A2.3. Cocción	Figura A2.4. Lavado
	
Figura A2.5. Secado	Figura A2.6. Molienda (harina de tarwi)
	

ANEXO 3

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA MATERIA PRIMA EN LA ELABORACIÓN DE TALLARÍN SIN GLUTEN

Figura A3.1. Harina de quinua 	Figura A3.2. Harina de tarwi 
Figura A3.3. Pure de papa 	Figura A3.4. Harina de berro 
Figura A3.5. Huevo (polvo) 	

ANEXO 4

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA OBTENCIÓN DE TALLARÍN SIN GLUTEN

Figura A4.1. Amasado



Figura A4.2. Laminado

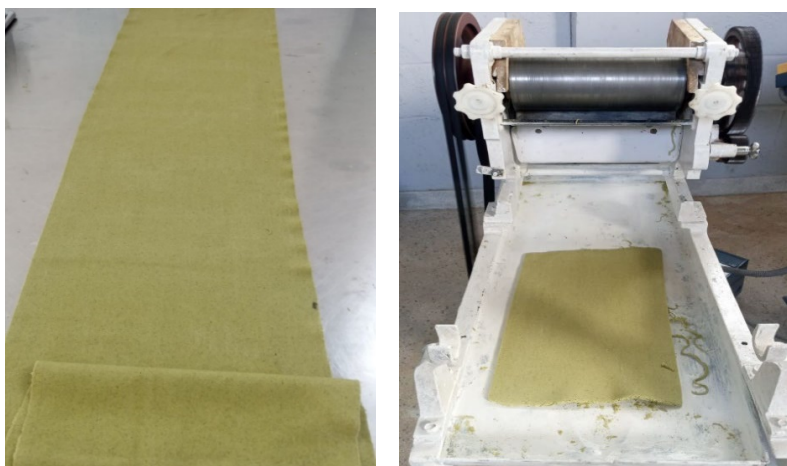


Figura A4.3. Trefilado



Figura A4.4. Secado



Figura A4.5. Cortado



Figura A4.6. Empacado



ANEXO 5

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA TALLARÍN SIN GLUTEN A PARTIR DE HARINAS NO CONVENCIONALES (QUINUA, TARWI, BERRO) Y PURE DE PAPA

FICHA DE ESCALA HEDÓNICA PARA TALLARÍN SIN GLUTEN

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Edad: _____ Sexo: M F

Indicaciones:

Se le presenta muestras de pastas elaborados con recursos de la región, 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	T10
<i>Me gusta mucho</i>										
<i>Me gusta</i>										
<i>Indiferente</i>										
<i>No me gusta</i>										
<i>Me disgusta muchísimo</i>										

Atributo olor

Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<i>Me gusta mucho</i>										
<i>Me gusta</i>										
<i>Indiferente</i>										
<i>No me gusta</i>										
<i>Me disgusta muchísimo</i>										

Atributo sabor

Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<i>Me gusta mucho</i>										
<i>Me gusta</i>										
<i>Indiferente</i>										
<i>No me gusta</i>										
<i>Me disgusta muchísimo</i>										

Atributo textura

Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<i>Me gusta mucho</i>										
<i>Me gusta</i>										
<i>Indiferente</i>										
<i>No me gusta</i>										
<i>Me disgusta muchísimo</i>										

ANEXO 6

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE TALLARÍN SIN GLUTEN

La evaluación sensorial mediante la escala hedónica de 5 puntos para el atributo olor, sabor y textura con mayor aceptación el tratamiento T9, mientras para el atributo color el tratamiento T5.

Atributo color

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	3	2	3	2	5	2	3	4	3	2
2	4	3	5	2	4	2	4	3	1	1
3	3	2	4	3	3	3	4	4	2	2
4	4	3	3	3	4	2	5	3	2	1
5	5	1	4	2	5	3	3	5	1	2
6	3	2	4	3	5	1	3	5	2	3
7	4	3	3	4	5	2	4	3	3	2
8	3	2	4	2	3	3	3	5	1	2
9	5	1	3	3	5	2	4	4	2	1
10	4	2	4	4	5	3	5	3	3	2
11	3	3	3	2	4	1	3	3	1	3
12	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3
13	4	1	3	3	4	3	5	4	3	2
14	5	2	4	2	5	1	3	3	3	2
15	3	1	3	3	4	1	4	4	2	3
16	3	2	3	4	3	2	4	3	1	2
17	4	3	5	2	5	3	5	4	2	1
18	3	2	3	4	3	2	3	4	3	2
19	4	3	4	3	4	3	4	5	1	3
20	5	2	5	3	4	3	3	3	3	3
21	4	2	3	2	5	2	4	4	2	2
22	4	1	5	3	4	2	5	5	3	2
23	4	2	3	2	3	1	3	3	2	3
24	3	1	5	3	5	3	4	4	2	3
25	4	2	3	2	3	2	3	5	3	2
26	3	3	3	3	5	1	5	3	1	3
27	4	3	4	4	3	2	4	5	2	3
28	3	2	4	2	5	3	5	4	3	2
29	4	3	3	3	4	1	5	3	2	3
30	4	1	3	4	3	3	4	4	3	2
Total	112	62	109	85	123	64	117	115	64	67
Promedio	3.73	2.07	3.63	2.83	4.10	2.13	3.90	3.83	2.13	2.23

Atributo olor

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	2	2	1	2	2	2	1	2	4	3
2	1	2	1	1	3	2	2	1	4	4
3	2	1	2	3	1	3	1	2	5	3
4	1	3	2	1	2	3	1	1	4	4
5	2	1	1	2	3	2	2	2	5	2
6	3	2	2	1	1	3	3	1	3	3
7	1	1	3	2	3	4	1	1	4	4
8	2	2	1	3	3	2	2	2	5	3
9	1	1	2	1	2	3	1	3	3	5
10	2	2	3	2	1	4	3	1	4	4
11	3	3	1	3	2	2	1	2	3	3
12	1	2	2	2	2	3	2	3	5	3
13	2	1	3	1	3	3	3	1	3	4
14	2	2	1	2	2	2	1	2	4	2
15	1	1	2	1	3	3	2	3	3	3
16	2	2	1	1	2	4	1	1	5	3
17	1	3	2	2	1	2	2	2	4	4
18	2	1	3	2	2	4	3	3	5	3
19	1	1	1	3	3	3	1	1	4	4
20	1	2	1	1	1	3	3	2	5	5
21	2	2	2	3	2	2	1	2	4	4
22	2	1	3	2	3	3	2	3	5	4
23	3	2	2	1	2	2	1	1	5	4
24	1	1	2	3	3	3	2	2	5	3
25	2	2	3	1	1	4	3	3	4	4
26	3	3	1	2	2	3	1	1	4	3
27	3	1	2	3	3	4	2	3	5	4
28	2	2	1	1	3	2	1	3	3	3
29	1	3	2	2	2	3	2	2	4	4
30	2	1	3	1	3	4	1	1	4	4
Total	54	53	56	55	66	87	52	57	125	106
Promedio	1.80	1.77	1.87	1.83	2.20	2.90	1.73	1.90	4.17	3.53

Atributo sabor

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	2	1	2	2	2	2	1	2	4	3
2	1	2	1	1	1	2	1	1	3	3
3	2	3	2	2	2	3	2	2	4	4
4	3	2	3	3	3	3	2	3	4	3
5	1	2	2	1	2	2	1	1	3	4

6	2	1	1	2	1	3	3	2	4	5
7	1	2	2	1	3	4	2	3	5	3
8	2	3	3	3	2	2	1	1	4	4
9	3	2	1	1	3	3	2	2	5	3
10	1	1	2	2	1	4	1	1	3	4
11	2	2	3	3	2	2	2	3	4	5
12	1	1	1	1	3	3	3	2	5	3
13	2	3	2	2	2	2	1	1	3	4
14	1	1	1	1	2	3	2	2	4	5
15	3	2	3	1	3	3	1	3	3	3
16	2	3	1	3	2	4	2	2	5	3
17	3	1	1	2	3	2	1	1	4	4
18	1	2	2	1	2	3	3	2	4	4
19	2	1	2	2	3	3	2	1	5	5
20	1	1	1	3	1	2	1	3	4	3
21	1	2	3	1	3	4	3	1	5	3
22	2	2	1	2	2	3	2	1	4	4
23	2	1	2	1	3	3	1	2	4	3
24	1	1	1	2	2	4	2	1	5	4
25	1	3	3	1	2	3	1	2	4	5
26	2	1	1	2	3	2	3	2	4	3
27	3	2	2	2	2	4	1	1	5	4
28	1	3	3	1	3	3	2	3	3	3
29	2	1	1	3	1	4	1	1	4	5
30	2	2	2	1	2	3	2	2	5	3
Total	53	54	55	53	66	88	52	54	123	112
Promedio	1.77	1.80	1.83	1.77	2.20	2.93	1.73	1.80	4.10	3.73

Atributo textura

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	2	2	1	2	2	3	1	2	4	4
2	1	1	2	1	3	2	2	1	5	3
3	2	1	1	2	1	4	3	2	4	4
4	3	2	2	1	2	3	2	3	5	5
5	1	1	1	3	3	2	1	2	4	3
6	2	2	1	2	2	4	2	1	3	4
7	1	3	2	1	3	3	3	2	4	5
8	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3
9	3	1	2	2	3	3	1	1	5	4
10	2	2	1	3	2	4	2	1	4	3
11	1	3	2	1	3	2	2	2	5	5
12	3	2	3	2	2	2	3	3	4	3
13	2	1	2	1	1	4	2	2	5	3

14	1	2	2	1	2	3	1	1	3	4
15	2	3	3	2	1	3	2	2	5	4
16	1	2	1	3	3	2	3	1	4	5
17	1	1	2	2	2	4	2	3	4	3
18	3	1	3	1	3	3	2	2	5	4
19	2	2	2	2	2	2	1	1	4	5
20	1	1	1	1	3	4	3	2	3	3
21	2	3	2	3	2	3	1	1	4	4
22	3	2	3	1	3	4	2	3	5	3
23	1	1	2	2	2	2	3	2	4	5
24	2	3	1	2	3	3	2	1	5	3
25	3	2	2	1	2	4	1	2	4	4
26	1	1	3	2	3	3	2	3	4	5
27	2	1	2	3	2	4	1	2	4	3
28	1	3	2	1	1	2	2	1	5	5
29	2	2	3	2	2	3	1	3	3	3
30	1	2	1	3	2	4	2	2	4	4
Total	54	55	58	55	67	91	57	56	125	116
Promedio	1.80	1.83	1.93	1.83	2.23	3.03	1.90	1.87	4.17	3.87

ANEXO 7

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE TALLARIN SIN GLUTEN

<i>Fuente de variabilidad</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>Valor F</i>	<i>Valor p</i>
Color					
Tratamiento	2	52.27	26.1333	45.84	0 ⁽¹⁾
Panelistas	29	19.07	0.6575	1.15	0.316 ⁽²⁾
Error	58	33.07	0.5701		
Total	89	104.4			
Olor					
Tratamiento	2	157.27	78.6333	377.96	0
Panelistas	29	10.77	0.3713	1.78	0.031 ⁽¹⁾
Error	58	12.07	0.208		
Total	89	180.1			
Sabor					
Tratamiento	2	141.49	70.7444	172.08	0
Panelistas	29	12.49	0.4307	1.05	0.429 ⁽²⁾
Error	58	23.84	0.4111		
Total	89	177.82			
Textura					
Tratamiento	2	160.622	80.3111	386.74	0
Panelistas	29	6.889	0.2375	1.14	0.325 ⁽²⁾

Error	58	12.044	0.2077		
Total	89	179.556			

(1) Si existe diferencias significativas ($0.05 > \text{Valor } p$)

(2) No existe diferencias significativas ($0.05 < \text{Valor } p$)

ANEXO 8

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DE LA EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICO DE TALLARIN SIN GLUTEN

<i>Fuente</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>Valor F</i>	<i>Valor p</i>
Humedad					
Tratamiento	9	0,35852	0,039836	18,88	0,000 ⁽¹⁾
Bloques	2	0,02409	0,012043	5,71	0,012 ⁽¹⁾
Error	18	0,03798	0,002110		
Total	29	0,42059			
Grasa					
Tratamiento	9	61,1514	6,79460	1746,85	0,000 ⁽¹⁾
Bloques	2	0,0002	0,00009	0,02	0,976 ⁽²⁾
Error	18	0,0700	0,00389		
Total	29	61,2216			
Proteína					
Tratamiento	9	68,0969	7,56632	270,47	0,000 ⁽¹⁾
Bloques	2	0,0195	0,00973	0,35	0,711 ⁽²⁾
Error	18	0,5035	0,02797		
Total	29	68,6199			
Fibra					
Tratamiento	9	2,32857	0,258730	80,77	0,000 ⁽¹⁾
Bloques	2	0,04688	0,023442	7,32	0,005 ⁽¹⁾
Error	18	0,05766	0,003203		
Total	29	2,43311			
Ceniza					
Tratamiento	9	0,006800	0,000756	0,28	0,971 ⁽²⁾
Bloques	2	0,093860	0,046930	17,62	0,000 ⁽¹⁾
Error	18	0,047940	0,002663		
Total	29	0,148600			

Acidez					
<i>Tratamiento</i>	9	0,056600	0,006289	13,88	0,000 ⁽¹⁾
<i>Bloques</i>	2	0,001893	0,000946	2,09	0,153 ⁽²⁾
<i>Error</i>	18	0,008157	0,000453		
<i>Total</i>	29	0,066650			
Hierro					
<i>Tratamiento</i>	9	40,1705	4,46339	54,59	0,000 ⁽¹⁾
<i>Bloques</i>	2	0,5247	0,26236	3,21	0,064 ⁽²⁾
<i>Error</i>	18	1,4718	0,08177		
<i>Total</i>	29	42,1670			

(1) Si existe diferencias significativas ($0.05 > \text{Valor } p$)

(2) No existe diferencias significativas ($0.05 < \text{Valor } p$)

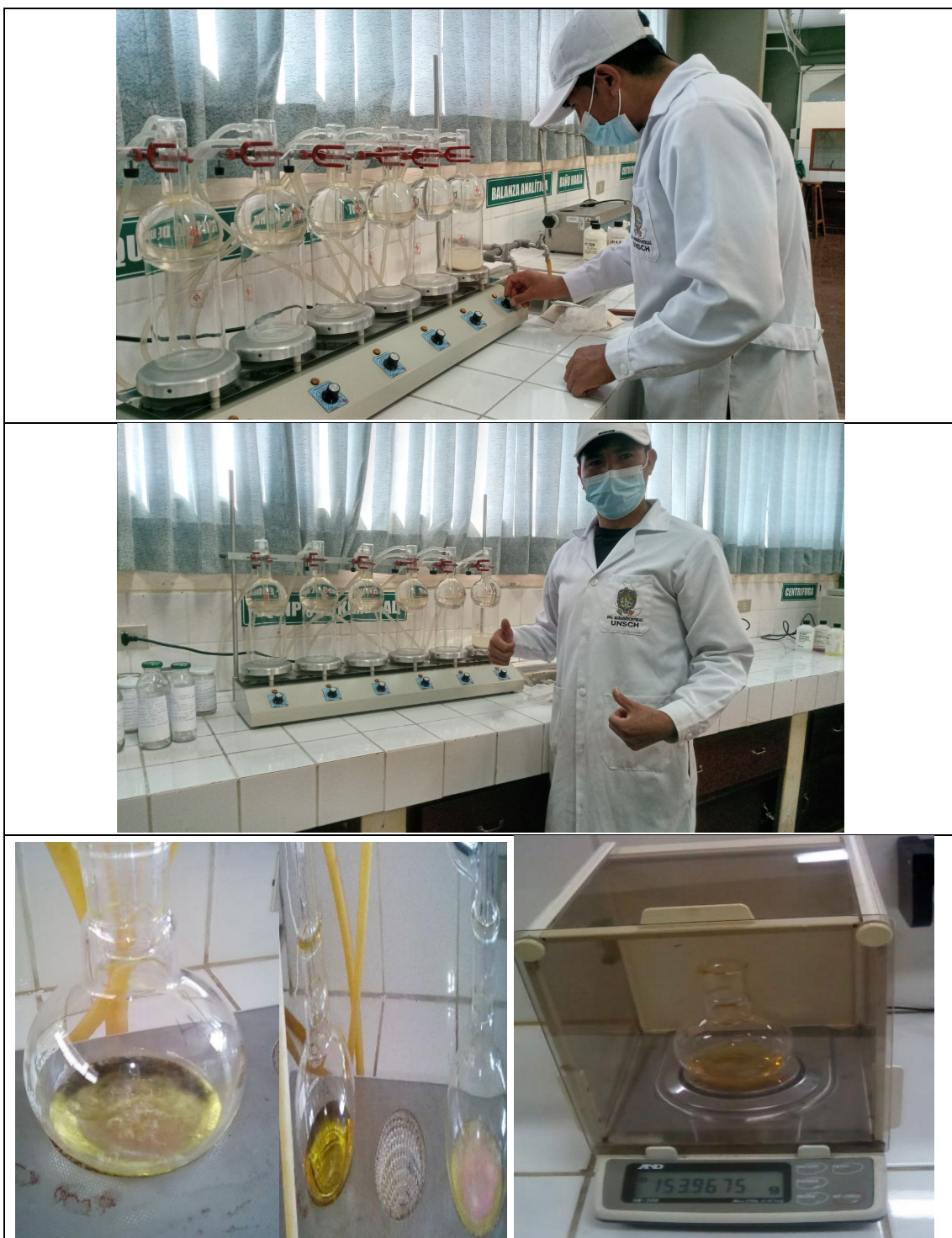
ANEXO 9

PANEL FOTOGRÁFICO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE TALLARÍN SIN GLUTEN

A8.1. Determinación de proteína



A8.2. Determinación de grasa



A8.3. Determinación de Hierro



A8.4. Determinación de cenizas



ANEXO 10

DESCRIPCIÓN DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

A10.1. Procedimientos para la determinación de humedad (método gravimétrico)

Se preparó las muestras para el análisis por reducción de tamaño. Se aseguró que las muestras no se descompongan a temperaturas mayores de 100°C.

- Se pesaron las placas Petri limpias y secas ($P1 = g$)
- Se pesaron exactamente 2 a 3 g de muestra en placas Petri. Se anotó el peso ($P2$) de la muestra + placa Petri. ($P2 = g$)
- Se llevó a estufa a 105°C por 24 horas
- Se sacaron las placas con las muestras secas y se colocaron en el desecador para que se enfríe.
- Se pesaron y anotaron el peso final ($P3 = g$)

Cálculos de humedad

$$g \text{ de muestra} = (P2 - P1) \text{ g}$$

$$g \text{ de agua eliminado} = (P2 - P3) \text{ g}$$

$$\text{Humedad (M)} = \frac{\text{Agua (g)}}{\text{Muestra (g)}};$$

$$\text{Humedad (M)} = \frac{(P2 - P3)}{(P2 - P1)} \times 100$$

A10.2. Procedimientos para la determinación de grasa (Método de Soxhlet)

En este método se usaron muestras deshidratadas y molidas.

- El balón de soxhlet se lavó y se secó en la estufa a 110°C por espacio de una hora, y luego se enfrió en un desecador y se pesó ($P1$).
- Se pesaron 2 a 3 gramos de muestra y se empaquetaron en papel filtro Wattman n° 2. Y luego se pesó ($P2$).
- El paquete se colocó en el cuerpo del soxhlet.
- Se agregó éter de petróleo hasta que una parte se sifoneo hacia el matraz.
- Se conectó la cocina a temperatura baja. El éter de petróleo al calentarse se evapora y ascendió hacia la parte superior del cuerpo donde se condensó por refrigeración con agua y así cayendo sobre la muestra, regresando posteriormente al matraz por el sifón, arrastrando consigo la grasa. El ciclo es cerrado y la velocidad del goteo fue de 40 a 50 gotas por minuto. El proceso duró 3 horas.
- El matraz se sacó del aparato cuando contenía poco éter de petróleo (momento antes de que esta sea sifoneado desde el cuerpo).
- Se evaporó el matraz en una estufa a temperatura de 60°C.
- Se pesó el balón que contiene la grasa ($P3$).
- Se determinó la cantidad de grasa total en 2 a 3 gramos de muestra y se expresó en porcentaje.

Cálculos de grasa

$$\% \text{Grasa} = \frac{(P3 - P1)}{(\text{muestra})g} \times 100$$

A10.3. Procedimientos para la determinación de proteína (Método de Kjeldahl)

La determinación de proteína consta de tres etapas como sigue a continuación:

1) Primera etapa: Digestión.

- ✓ Se trituro las muestras lo más fino posible.
- ✓ De acuerdo al contenido de nitrógeno, se pesó una porción de la muestra preparada de 0,2 – 0,3 g de muestra, luego se agregó 1 g del catalizador de oxidación (mezcla de sulfato de potasio y sulfato de cobre) para acelerar la reacción se agregó 2,5 a 3,0 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- ✓ Se colocó el balón de digestión en la cocina y se calentó de forma suave el matraz en posición inclinada hasta que deje de hacer espuma. Después se mantuvo a una ebullición enérgica durante dos horas. Se dejó enfriar.

La digestión termino cuando el contenido del balón estuvo completamente cristalino.

2) Segunda etapa: Destilación.

- ✓ Se enfrió a temperatura ambiente, luego se agregó 5 ml de agua destilada.
- ✓ Se pasó el contenido del balón digestor al destilador y haciendo un lavado al balón con 5 a 10 ml de agua y luego se agregó 5 ml de la solución de NaOH al 80% con sumo cuidado y se cerró la válvula (en la copa siempre se deja una pequeña cantidad de NaOH).
- ✓ Se conectó el refrigerante y se recibió el destilado en un Erlenmeyer de 125 ml conteniendo 5 ml de la mezcla de ácido bórico más indicador de pH. La destilación termino cuando ya no paso más amoniaco y luego de 7 minutos se tituló con ácido clorhídrico valorado (Aprox. 0.05N) y se anotó el gasto.

En destilación siempre es bueno tomar en cuenta el tiempo cuando empieza a virar de rojo a verde, 7 minutos aprox. y termina la destilación.

3) Tercera etapa: Titulación.

La muestra se recibió en el vaso con la solución de ácido bórico y se valoró con ácido clorhídrico 0.05N y se tomó nota del gasto de HCl obtenido.

Cálculos de proteína

Factor de proteína= 6.25

$\%N_2 = \text{mL de HCl} \times \text{Normalidad} \times 0.014 \times 100/\text{g (muestra)}$

$\%N_2 = \text{mL de HCl} \times 0.05 \times 0.014 \times 100/\text{g (muestra)}$

$\% \text{ Proteína} = \% N_2 \times \text{Factor de proteína}$

A10.4. Procedimientos para la determinación de cenizas totales

- a) Se colocó el crisol limpio en un horno de incineración a 600°C durante una hora. Luego se trasladó el crisol del horno al desecador y se enfrió a temperatura de laboratorio. Se pesaron tan pronto sea posible para prevenir la adsorción de humedad, usando siempre pinzas de metal para manejar los crisoles después de que se incineran o secan ($P_1 = g$).

- b) Se pesaron de 1 a 2 g de muestra sobre el peso del crisol (P2). Se colocó en un horno incinerador y se mantuvo a temperatura de 600°C durante 3 a 5 horas (P2= g).
- c) Luego se sacó de la mufla y se trasladó el crisol a un desecador para enfriarse a temperatura ambiente. Cuando se enfrió se pesó el crisol tan pronto como sea posible para prevenir la absorción de humedad y se registró (P3= g)
- d) Se guardó la muestra de ceniza para el caso de que se realicen determinaciones posteriores.

Cálculos de ceniza

$$\%Ceniza = \frac{(P3 - P1)}{(P2 - P1)} \times 100$$

A10.5. Procedimientos para la determinación de fibra

- a) Se pesó 1 – 2 g de muestra y se colocaron en un Erlenmeyer de 1 litro.
- b) Se añadió 200 ml de ácido sulfúrico al 1.25% que ha sido previamente calentado a ebullición.
- c) Se añadió agente antiespumante y/o perlas de vidrio.
- d) Se hirvió suavemente durante 30 minutos bajo condensador de reflujo, rotando periódicamente los matraces Erlenmeyer para homogenizar el contenido y evitando que las partículas se adhieren a la pared del matraz.
- e) Se filtró el contenido con embudo de Bunchner (O Hartley) preparado con papel de filtro mojado.
- f) Se arrastró por lavado la muestra de nuevo hacia el matraz original utilizando 200 ml de hidróxido de sodio al 1.25% y se calentó hasta ebullición.
- g) Se volvió hervir por 30 minutos y se siguió con el mismo cuidado de la ebullición.
- h) Se transfirió todo el material insoluble a un crisol empleando agua hervida.
- i) Se lavó sucesivamente con agua hervida, ácido clorhídrico al 1% y finalmente con agua hervida hasta que el agua de filtrado quedo exento de ácido.
- j) Se lavó dos veces con etanol.
- k) Se deseco a 100°C, hasta peso constante.
- l) Se incinero en horno de mufla a 550°C durante una hora.
- m) Se enfrió el crisol en desecador y se volvió a pesar.

Cálculos de fibra

$$\%Ceniza = \frac{(P2 - P3)}{PM} \times 100$$

Donde:

P2= Peso de la materia insoluble

P3= peso de las cenizas

PM = peso de la muestra

A10.8. Determinación de hierro (Método de Harris, 20207)

El procedimiento utilizado para medir la concentración de hierro es un análisis espectrofotométrico. Para esta determinación es necesario preparar la muestra

reduciendo el ión férrico (Fe^{+3}) a ferroso (Fe^{+2}), ya que se valora bajo la forma más reducida. Esto se efectúa con una solución reductora de hidroxilamina al 10%, en un pH entre 1,5 y 4. El método colorimétrico utiliza como reactivo la ortofenantrolina que forma con el catión ferroso (Fe^{+2}) un complejo de coloración anaranjado-rojizo, la cual se mide en espectrofotómetro o fotocolorímetro, a 490 nm de longitud de onda y se compara con una curva patrón realizada con soluciones patrón de diferentes concentraciones.

Reactivos:

- Solución NaOH 2%
- Solución HCl 1:20
- 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 2 mL de solución HCl 1:20 y llevar a volumen de 100 mL.
- Solución patrón de Fe 20 ppm ($\mu g * g^{-1}$): Diluir 4 mL de la solución anterior a 100 mL, incluyendo 2 mL de la solución HCl 1:20
- Solución reductora de hidroxilamina al 10%: Disolver 10g de $NH_2OH * 2HCl$ en 100 mL de agua.
- Solución alcohólica de ortofenantrolina al 1,5%: Disolver 1,5 g de la droga en 100 mL de etanol.

Metodología:

Se prepara una curva patrón de Fe con soluciones de 0; 1; 2; 3; 4; 5 $\mu g * g^{-1}$ (ppm), empleando 0; 2,5; 5; 7,5; y 10 mL de la solución patrón de 20 $\mu g * g^{-1}$ (ppm) de hierro en matraces aforados de 50 mL, a los que se agrega 2 mL de la solución reductora de hidroxilamina y 1 mL de ortofenantrolina al 1,5%, enrasando finalmente a volumen. Se coloca en un matraz volumétrico de 50 mL, 10 mL del extracto y se diluye con aproximadamente 15 mL de agua. Se agrega 1 gota de fenolftaleína y gotas de la solución de NaOH 2% hasta viraje del indicador, para neutralizar la acidez. Se agrega 1 mL de HCl 1:20 para ajustar el pH a nivel adecuado, luego 2 mL de la solución reductora de Hidroxilamina para reducir el hierro férrico a ferroso y finalmente 1 mL de ortofenantrolina, terminar de enrasar con agua destilada a 50 mL. En espectrofotómetro se lee la absorbancia a una longitud de onda de 490 nm.

Se calcula el contenido de hierro en ppm ($\mu g * g^{-1}$) de acuerdo a la curva patrón teniendo en cuenta la absorbancia del testigo (AbsT), la concentración del testigo (ppmT) y la absorbancia de la muestra (AbsM), con la ecuación siguiente:

Cálculos de hierro

$$Fe \text{ ppm} = AbsT * ppmT * AbsM$$

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

ANEXO 11

RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN FÍSICOQUÍMICOS DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES

A11.1. Resultados de la determinación de humedad

<i>Tratamientos</i>	<i>Repeticiones</i>			<i>Humedad (%)</i>
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	
T1	11,27	11,22	11,23	11,24 ± 0,026
T2	11,29	11,21	11,24	11,25 ± 0,040
T3	11,4	11,43	11,39	11,41 ± 0,021
T4	11,44	11,39	11,43	11,42 ± 0,026
T5	11,17	11,12	11,03	11,11 ± 0,071
T6	11,19	11,13	11,05	11,12 ± 0,070
T7	11,24	11,22	11,09	11,18 ± 0,081
T8	11,41	11,37	11,28	11,35 ± 0,067
T9	11,23	11,19	11,11	11,18 ± 0,061
T10	11,29	11,37	11,39	11,35 ± 0,053

R=Repeticiones

A11.2. Resultados de la determinación de grasa

<i>Tratamiento</i>	<i>Repeticiones</i>			<i>Grasa (%)</i>
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	
T1	4,36	4,32	4,23	4,30 ± 0,067
T2	4,34	4,27	4,24	4,28 ± 0,051
T3	4,01	4,12	4,16	4,10 ± 0,078
T4	4,02	4,09	4,14	4,08 ± 0,060
T5	7,43	7,46	7,38	7,42 ± 0,040
T6	7,42	7,35	7,44	7,40 ± 0,047
T7	7,29	7,36	7,38	7,34 ± 0,047
T8	6,03	6,01	5,88	5,97 ± 0,081
T9	7,41	7,29	7,32	7,34 ± 0,062
T10	5,69	5,71	5,77	5,72 ± 0,042

R=Repeticiones

A11.3. Resultados de la determinación de proteína

<i>Tratamientos</i>	<i>Repeticiones</i>			<i>Proteína (%)</i>
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	

<i>T1</i>	12,91	12,82	12,79	12,84 ± 0,062
<i>T2</i>	12,84	12,75	12,71	12,77 ± 0,067
<i>T3</i>	12,45	12,31	12,49	12,42 ± 0,095
<i>T4</i>	12,39	12,29	12,38	12,35 ± 0,055
<i>T5</i>	14,82	14,33	14,65	14,60 ± 0,249
<i>T6</i>	14,27	14,71	14,55	14,51 ± 0,223
<i>T7</i>	14,19	14,53	14,36	14,36 ± 0,170
<i>T8</i>	16,25	16,69	16,81	16,58 ± 0,295
<i>T9</i>	16,76	16,58	16,74	16,69 ± 0,099
<i>T10</i>	14,37	14,49	14,39	14,42 ± 0,064

R=Repeticiones

A11.4. Resultados de la determinación de fibra bruta

Tratamientos	Repeticiones			Fibra bruta (%)
	R1	R2	R3	
<i>T1</i>	3,51	3,57	3,62	3,57 ± 0,055
<i>T2</i>	3,49	3,57	3,61	3,56 ± 0,061
<i>T3</i>	3,56	3,41	3,43	3,47 ± 0,081
<i>T4</i>	3,38	3,53	3,43	3,45 ± 0,076
<i>T5</i>	4,06	4,18	4,22	4,15 ± 0,083
<i>T6</i>	4,08	4,17	4,16	4,14 ± 0,049
<i>T7</i>	4,06	4,09	4,18	4,11 ± 0,062
<i>T8</i>	3,73	3,78	3,91	3,81 ± 0,093
<i>T9</i>	4,04	4,15	4,12	4,10 ± 0,057
<i>T10</i>	3,66	3,79	3,83	3,76 ± 0,089

R=Repeticiones

A11.5. Resultados de la determinación de ceniza

Tratamientos	Repeticiones			Ceniza (%)
	R1	R2	R3	
<i>T1</i>	2,34	2,31	2,26	2,303 ± 0,040
<i>T2</i>	2,23	2,25	2,37	2,283 ± 0,076
<i>T3</i>	2,21	2,24	2,38	2,277 ± 0,091
<i>T4</i>	2,19	2,29	2,34	2,273 ± 0,076
<i>T5</i>	2,15	2,28	2,36	2,263 ± 0,106
<i>T6</i>	2,18	2,29	2,33	2,267 ± 0,078

T7	2,21	2,31	2,27	2,263 ± 0,050
T8	2,19	2,28	2,34	2,270 ± 0,075
T9	2,13	2,24	2,39	2,253 ± 0,131
T10	2,18	2,22	2,34	2,247 ± 0,083

R=Repeticiones

A11.6. Resultados de la determinación de acidez titulable

Tratamientos	Repeticiones			Acidez Titulable (%)
	R1	R2	R3	
T1	0,189	0,204	0,211	0,201 ± 0,011
T2	0,182	0,221	0,199	0,201 ± 0,020
T3	0,214	0,225	0,183	0,207 ± 0,022
T4	0,217	0,221	0,183	0,207 ± 0,021
T5	0,273	0,321	0,306	0,300 ± 0,025
T6	0,315	0,306	0,277	0,299 ± 0,020
T7	0,271	0,319	0,315	0,302 ± 0,027
T8	0,246	0,272	0,279	0,266 ± 0,017
T9	0,293	0,334	0,277	0,301 ± 0,029
T10	0,267	0,231	0,284	0,261 ± 0,027

R=Repeticiones

A11.7. Resultados de la determinación de hierro

Tratamientos	Repeticiones			Hierro (mg)
	R1	R2	R3	
T1	10,59	10,75	10,49	10,61 ± 0,131
T2	10,41	10,89	10,04	10,45 ± 0,426
T3	11,02	11,15	10,66	10,94 ± 0,254
T4	11,07	11,12	10,87	11,02 ± 0,132
T5	10,65	10,46	11,29	10,80 ± 0,435
T6	10,13	10,77	11,01	10,64 ± 0,455
T7	10,07	10,46	10,31	10,28 ± 0,197
T8	12,97	13,41	13,23	13,20 ± 0,221
T9	13,59	13,87	13,69	13,72 ± 0,142
T10	9,83	10,68	10,57	10,36 ± 0,462

R=Repeticiones

ANEXO 12

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE TALLARIN SIN GLUTEN (T9) REALIZADO POR EL LABORATORIO "BIOTEKNIA"



LABORATORIO BIOTEKNIA
Análisis de alimentos y bebidas

INFORME DE ENSAYO N° 091-2023

SOLICITANTE : Alonso FERNÁNDEZ QUISPE
PRODUCTO : PASTA ALIMENTICIA A
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)	4	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 A", 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 Zoro
Biga. Graciela Cuba Zoro
CEP 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 13

REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DE PASTAS Y FIDEOS SECOS PARA CONSUMO HUMANO

La NTP 206.010:2016. Norma que establece los requisitos microbiológicos para pastas o fideos secos para consumo humano.

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 206.010
11 de 15

TABLA 3 – Requisitos microbiológicos para pastas o fideos secos

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> (uf/g)	1	5	10 ²	10 ³	ISO 6888-3 FDA/BAM Cap. 12 AOAC 975.55
<i>Clostridium perfringens</i> (*) (ufc/g)	1	5	10 ²	10 ³	ISO 7937 FDA/BAM Cap. 16 AOAC 976.30
<i>Salmonella</i> sp. en 25 g	0	5	Ausente		ISO 6579/Cor 1/EGmd 1 FDA/BAM Cap. 05 AOAC 978.24

(*) sólo para pastas con relleno de carne.

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 número de microorganismos comprendidos entre “m” y “M” en un plan de muestreo de 3 clases. Cuando se detecte un número de unidades de muestreo mayor a “c” se rechaza el lote.
- m = límite 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.

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 206.010
12 de 15

ANEXO 14

FICHA TÉCNICA DE HARINA DE QUINUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Producto

HARINA DE QUINUA

La harina de quinoa, se encuentra dentro del grupo de alimentos nutracéuticos con buen equilibrio de proteínas y carbohidratos, recomendada como alimento básico en dietas altamente nutritivas y para personas con enfermedad celiaca por no contener gluten.

Este producto en su conformación de proteínas predominan tres aminoácidos esenciales para el crecimiento: la cistina, que permite asimilar el azufre; la tirosina que se asocia con el calcio y el fósforo; y el triptófano fundamental para el normal desarrollo del cerebro y otras funciones nerviosas.

PROCESO

La Quinoa es una pequeña semilla redonda de color blanca/marfil, de la familia de las Chenopodiáceas (como la remolacha o las espinacas). El grano se lava después de la cosecha para extraer la saponina, se seca, se ventila y se selecciona. Después se procede a la molienda y calibrado, garantizando una calidad homogénea y la conservación de todas sus características nutricionales.

DESCRIPCION

Tiene 3 formas de presentación: **La Harina Cruda de Quinoa** que tiene mayor uso en panificación, fidejería, galletería y repostería. **La Harina Tostada de Quinoa** con un mayor uso en repostería y **La Harina Instantánea de Quinoa** que es precocida, gelatinizada y reducida a polvo que se dispersan rápidamente en líquidos, es utilizada mayormente como suplemento nutritivo con cacao en leches maltadas.

ESPECIFICACIONES

Características Físicas	
Apariencia	Polvo Textura Fina
Color	Blanco, Crema o Beig
Sabor	Característico (Libre de acidez)
Olor	Característico (Libre de acidez)
Humedad	11.0 %
Saponina	Ausencia

MICROBIOLOGIA

Parametros Maximos Permitidos			
PARAMETRO	UNIDAD	INTEGRAL	DESGERMINADA
Aeróbios Mesófilos	ufc /g.	3 x 10 ² max	
Coliformes	NMP /g.	3 max	
E-Coli	NMP /g.	3 max	
Salmonella	In 25 g	Ausencia	
Levadura	ufc /g.	5,000 max	
Moho	ufc /g.	5,000 max	

Especificaciones Técnicas – Harina de Quinoa

Pág. 1/2

ASPECTO GENERAL

Parametros Maximos Permitidos		
PARAMETRO	INTEGRAL	DESGERMINADA
Tamaño	500 µ – 700 µ	200 µ – 500 µ
Material Extraño	Ausencia	

1 µ = 0.001 mm

CONTENIDO ALIMENTICIO

Composición en 100 gr. de Producto		
COMPONENTES	INTEGRAL	DESGERMINADA
Energía (Kcal.)	384	348
Proteínas	10.00	9.10
Grasa	5.30	2.60
Carbohidratos	72.70	72.10
Fibra	1.70	1.00
Minerales (mg)		
Calcio (Ca)	236.00	181.00
Fosforo (P)	80.00	61.00
Hierro (Fe)	7.50	3.70
Vitaminas (mg)		
Tiamina / Vitamina B1	0.30	0.19
Riboflavina/Vitamina B2	0.01	0.24
Niacina	0.40	0.70

ACTA DE SUSTENCIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:

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

Formulación de Tallarín sin gluten a partir de harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y puré de papa (Solanum tuberosum)

Expositor: Alonso Fernandez Quispe
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial

Expediente N° 2461991

Resolución Decanal N° 206-2024-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 09-10-2024

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 diez de la mañana con cinco minutos del día viernes once de octubre del año dos mil veinticuatro, se reunieron el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **Alonso Fernandez Quispe**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA, Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI y Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE, bajo la Presidencia del Dr. Juan Carlos PONCE RAMIREZ (Presidente encargado de la sustentación), Mg. Eusebio DE LA CRUZ FERNANDEZ (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Wuelde Cesar DIAZ MALDONADO (Secretario-Docente(e)) y el público asistente.

Acto seguido, el Presidente (e) del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente (e) dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Formulación de Tallarín sin gluten a partir de harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y puré de papa (Solanum tuberosum)**, presentado por el Bachiller **Alonso Fernandez Quispe**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 206-2024-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente (e) del Jurado invitó al Bachiller **Alonso Fernandez Quispe**, 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 (e) invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE, Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI y Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA. 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. Juan Carlos PONCE RAMIREZ, en su condición de Presidente (e).

**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)

Formulación de Tallarín sin gluten a partir de harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y puré de papa (Solanum tuberosum)**Expositor: Alonso Fernandez Quispe
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial****Expediente N° 2461991****Resolución Decanal N° 206-2024-UNSCH-FIQM/D****Fecha: 09-10-2024**

Culminada la etapa de preguntas, el Presidente(e) 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 CATORCE (14).**

Finalmente el Presidente(e) 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 **Alonso Fernandez Quispe**, 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 once de la mañana con cincuenta minutos se dio por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:


.....
Dr. Juan Carlos PONCE RAMIREZ
Presidente
.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Miembro
.....
Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI
Miembro
.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCLANTE
Miembro
.....
Mg. Wuelde Cesar DIAZ MALDONADO
(Secretario Docente(e))FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y METALURGIA
Av. Independencia s/n
Ciudad Universitaria



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

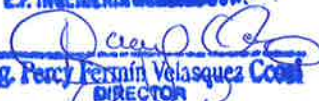
Que, el egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor de la Tesis EUSEBIO DE LA CRUZ FERNANDEZ se procedió a la evaluación de originalidad del archivo adjunto con el TURNITIN - UNSCH, **de acuerdo a los criterios establecidos en 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 Formulación de tallarin sin gluten a partir de harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y pure de papa (*Solanum tuberosum*)

Nombre y Apellido : Bach. **ALONSO FERNANDEZ QUISPE**
Identificador de entrega : 2519555278
Fecha : 14-nov-2024 12:03p.m. (UTC-0500)
Archivo : Tesis_final_Alonso_Fernandez.pdf
(5.04M)

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del 21 % 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, 14 de noviembre del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Ing. Percy Fermín Velásquez Córdova
DIRECTOR

C.c.
Const. N°19-2024
Archivo

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

Formulación de tallarín sin gluten a partir de harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y pure de papa (*Solanum tuberosum*)

por Alonso Fernandez Quispe

Fecha de entrega: 14-nov-2024 12:03p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2519555278

Nombre del archivo: Tesis_final_Alonso_Fernandez.pdf (5.04M)

Total de palabras: 36578

Total de caracteres: 184898

Formulación de tallarín sin gluten a partir de harinas no convencionales (quinua, tarwi, berro) y pure de papa (*Solanum tuberosum*)

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

2%

2

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

2%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unamba.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

1library.co

Fuente de Internet

1%

9	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	revistas.ulima.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Politécnica Estatal de Carchi Trabajo del estudiante	<1 %
14	riaa.uaem.mx Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
17	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	creativecommons.org Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %

20	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to ipn Trabajo del estudiante	<1 %
25	www.tuberculosis.org Fuente de Internet	<1 %
26	purl.org Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.upec.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	pt.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.unicach.mx Fuente de Internet	<1 %
31	oldri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %

32	expochileagricola.cl Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	revistasbolivianas.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	bibliotecadigital.umsa.bo:8080 Fuente de Internet	<1 %
37	www.polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1 %
38	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
39	bdigital.uncu.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	<1 %
41	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
42	repo.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
43	cimogsys.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

44 www.researchgate.net <1 %
Fuente de Internet

45 repositorio.umsa.bo <1 %
Fuente de Internet

46 www.dspace.unitru.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

47 fondoeditorial.unmsm.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

48 cybertesis.unmsm.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo