



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

Evaluación de las propiedades térmicas y bromatológicas en pasta tipo laminada, elaborada con sustitución parcial de almidón nativo de Oca (*Oxalis tuberosa*) y harina de trigo.

**PAGALO TACURI KEVIN OSCAR
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**ZAMBRANO ABRIL ANTHONY JOSUE
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

Evaluación de las propiedades térmicas y bromatológicas en pasta tipo laminada, elaborada con sustitución parcial de almidón nativo de Oca (*Oxalis tuberosa*) y harina de trigo.

**PAGALO TACURI KEVIN OSCAR
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**ZAMBRANO ABRIL ANTHONY JOSUE
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

TRABAJOS EXPERIMENTALES

Evaluación de las propiedades térmicas y bromatológicas en pasta tipo laminada, elaborada con sustitución parcial de almidón nativo de Oca (*Oxalis tuberosa*) y harina de trigo.

**PAGALO TACURI KEVIN OSCAR
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**ZAMBRANO ABRIL ANTHONY JOSUE
INGENIERO EN ALIMENTOS**

BRAVO BRAVO VERONICA PATRICIA

**MACHALA
2024**

Evaluación de las propiedades térmicas y bromatológicas en pasta tipo laminada, elaborada con sustitución parcial de almidón nativo de Oca (*Oxalis tuberosa*) y harina de trigo.



Nombre del documento: TT_2024D2_Pagalo_Zambrano.docx
ID del documento: de394b52c838706011c461bd71fd0968c3b0c421
Tamaño del documento original: 5,57 MB
Autores: Kevin Óscar Pagalo Tacuri, Anthony Josué Zambrano Abril

Depositante: BRAVO BRAVO VERONICA PATRICIA
Fecha de depósito: 18/2/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 18/2/2025

Número de palabras: 11.717
Número de caracteres: 79.997

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	TT_2024D2_Arteaga_Paltín.docx TT_2024D2_Arteaga_Paltín #e1ad99 El documento proviene de mi grupo 8 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (134 palabras)
2	repositorio.utmachala.edu.ec https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/23490/1/Trabajo_Titulacion_3903.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (70 palabras)
3	Documento de otro usuario #637519 El documento proviene de otro grupo 5 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (60 palabras)
4	repositorio.utmachala.edu.ec http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11442/1/COLLAGUAZO COLLAGUAZO NAN...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (45 palabras)
5	dspace.ups.edu.ec Recopilación de saberes ancestrales sobre las especies andinas ... http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4596/6/UPS-YT00068.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (31 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.fcb.uanl.mx http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume7/7/8/29.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (29 palabras)
2	Documento de otro usuario #55835a El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
3	dspace.esPOCH.edu.ec http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15543/1/27T00496.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
4	repositorio.unfv.edu.pe https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/2722/Cruz Hilacondo Wilbert Edd...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
5	repositorio.usfq.edu.ec https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/12573/1/215988-206518-201284.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://es.scribd.com/document/575495314/PRACTICA-N-07-Calculo-de-Carbohidratos-Totales>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814618321678>
- https://www.researchgate.net/publication/335206736_Characterization_of_a_Mixture_of_Oca_Oxalis_tuberosa_and_Oat_Extrudate_Flours_Antioxidant_and_Physicochemical...
- <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292021000300125>
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28958525/>

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, PAGALO TACURI KEVIN OSCAR y ZAMBRANO ABRIL ANTHONY JOSUE, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Evaluación de las propiedades térmicas y bromatológicas en pasta tipo laminada, elaborada con sustitución parcial de almidón nativo de Oca (*Oxalis tuberosa*) y harina de trigo., otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



PAGALO TACURI KEVIN OSCAR

0750163578



ZAMBRANO ABRIL ANTHONY JOSUE

0705688265

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres, por todo el esfuerzo, la lucha, los consejos, el apoyo y la motivación que día a día han venido inculcándome para poder lograr mis objetivos, metas y sueños, siempre estuvieron conmigo brindándome su sabiduría, y por eso les dedico este trabajo que viene a ser el fruto de todo su esfuerzo. A mis abuelitos, que desde pequeño estuvieron conmigo brindándome todo su amor, sus consejos y su armonía, tengo la bendición de todavía tenerlos a mi lado, y me llena de felicidad dedicarles este trabajo. A mi hermano, una persona con la que siempre pude contar y me ayudó a llegar hasta donde estoy. A mi familia en general que de una u otra forma han aportado para que yo logré una meta más.

Kevin Pagalo

Este trabajo de investigación lo dedico con profundo amor y gratitud a mis padres, quienes han sido la luz que ha iluminado mi camino hacia el crecimiento profesional, brindándome su apoyo incondicional y siendo la fuente inagotable de motivación para alcanzar mis metas. De igual manera, dedico este logro a todos los amigos que he tenido la fortuna de conocer durante mi trayectoria académica, quienes han enriquecido esta experiencia con sus valiosos aportes y compañerismo. A mis docentes, por compartir sus conocimientos y experiencias, contribuyendo significativamente a mi formación profesional y personal. A todos ustedes, que han sido parte fundamental de este viaje académico, dedico con especial afecto este trabajo que representa la culminación de una etapa trascendental en mi vida.

Anthony Zambrano

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios, por brindarme la sabiduría suficiente para poder alcanzar un logro personal, por cuidarme y bendecirme cada día que pasa. Agradecer a mis padres, que siempre ponían como prioridad mi educación. Un agradecimiento a mi hermano y cuñada, que también estuvieron presentes durante el proceso de mi formación académica. Agradecer a mi familia, por cada consejo inculcado y por demostrar que siempre se puede contar con el apoyo de ellos. Un agradecimiento especial a la Ingeniera Sandra Córdova, que gracias a su sabiduría nos ha podido guiar a lo largo de este trabajo y resultó ser un apoyo fundamental para alcanzar el presente trabajo.

Kevin Pagalo

El camino hacia la culminación de este trabajo de titulación ha sido posible gracias al apoyo incondicional de personas extraordinarias que han estado presentes en cada etapa de este proceso académico. A mis padres, Ligia Luzmila Abril y a mi padre Héctor Mesias Zambrano por su inquebrantable fe en mí y su invaluable respaldo en cada paso dado, siendo los verdaderos cimientos de este logro con su amor y guía constante. De manera especial, extiendo mi más sincero agradecimiento a mi estimado amigo Edinson Cruz, cuya generosidad y apoyo desinteresado han sido fundamentales en momentos cruciales de este proceso. Este trabajo representa no solo un logro personal, sino el resultado tangible del soporte y la confianza depositada en mí por estas personas extraordinarias, a quienes dedico con profunda gratitud este trabajo.

Anthony Zambrano

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo el desarrollo de una pasta tipo laminada mediante la sustitución parcial de harina de trigo con almidón nativo de oca (*Oxalis tuberosa*), evaluando sus propiedades térmicas y bromatológicas para determinar su viabilidad como alternativa en la diversificación de productos alimentarios. La investigación se estructura en cuatro fases: extracción del almidón, formulación del producto, elaboración de la pasta y caracterización fisicoquímica. Se establecieron tres formulaciones experimentales con diferentes porcentajes de sustitución de almidón de oca (30 %, 50 % y 70%). La caracterización bromatológica incluyó análisis de humedad, contenido proteico, grasa total, fibra bruta y cenizas, mientras que la evaluación térmica y la estabilidad estructural durante el proceso de cocción. Los resultados evidenciaron que la sustitución parcial de harina de trigo con almidón de oca influye significativamente en la composición nutricional y en las propiedades físicas de la pasta, destacando una reducción en el contenido proteico y una modificación en la textura y firmeza del producto final. La formulación óptima se determinó mediante análisis estadísticos y pruebas sensoriales, logrando una pasta con características aceptables en términos de textura, elasticidad y estabilidad térmica. Se concluye que la incorporación de almidón de oca representa una estrategia viable para la diversificación de productos a base de cereales.

Palabras Clave: Almidón de oca, sustitución parcial, pasta laminada, propiedades bromatológicas, diversificación alimentaria.

ABSTRACT

The present study aims to develop a laminated-type pasta by partially replacing wheat flour with native oca starch (*Oxalis tuberosa*), evaluating its thermal and bromatological properties to determine its viability as an alternative in the diversification of food products. The research is structured into four phases: starch extraction, product formulation, pasta production, and physicochemical characterization. Three experimental formulations were established with different percentages of oca starch substitution (30%, 50%, and 70%). The bromatological characterization included analyses of moisture, protein content, total fat, crude fiber, and ash, while the thermal evaluation considered parameters such as starch gelatinization and structural stability during the cooking process. The results showed that the partial replacement of wheat flour with oca starch significantly influences the nutritional composition and physical properties of the pasta, highlighting a reduction in protein content and a modification in the texture and firmness of the final product. The optimal formulation was determined through statistical analysis and sensory tests, achieving pasta with acceptable characteristics in terms of texture, elasticity, and thermal stability. It is concluded that the incorporation of oca starch represents a viable strategy for the diversification of cereal-based products, contributing to the valorization of Andean crops and promoting the use of functional ingredients in the food industry.

Keywords: Goose starch, partial substitution, laminated pasta, bromatological properties, food diversification.

Índice

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO.....	2
RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
INDICE DE TABLAS.....	9
INDICE DE FIGURAS.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	15
OBJETIVOS.....	16
Objetivo General	16
Objetivos específicos	16
MARCO TEORICO.....	17
1.1 Generalidades de las pastas tipo laminada	17
<i>1.1.1 Datos del mercado de pastas en Ecuador</i>	17
1.2 Generalidades de la Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>)	19
<i>1.2.1 Origen y distribución geográfica</i>	19
<i>1.2.2 Características botánicas</i>	19
<i>1.2.3 Valor nutricional</i>	20
1.3 Generalidades del trigo (<i>Triticum spp.</i>)	22
<i>1.3.1 Origen y distribución geográfica</i>	23
<i>1.3.2 Características botánicas</i>	23
1.4 Harina de trigo	24
<i>1.4.1 Características fisicoquímicas del trigo</i>	25
<i>1.4.2 Importancia en la agricultura andina</i>	26
1.5 Almidón de oca (<i>oxalis tuberosa</i>)	26
<i>1.5.1 Caracterización fisicoquímica del almidón de oca</i>	27

1.5.2	<i>Caracterización bioquímica</i>	28
1.6	Sémola de trigo duro (<i>Triticum durum</i>).....	29
1.6.1	<i>Características fisicoquímicas de la sémola de Trigo duro</i>	30
METODOLOGÍA		33
2.1	Materia Prima	33
2.2	Ubicación de la investigación	33
2.2.1	Primera Fase: Extracción del almidón	33
2.2.1.1	Descripción del diagrama de flujo de la extracción de almidón de oca	36
2.2.1.2	Análisis de humedad del almidon obtenido	36
2.2.2	Segunda Fase: Formulación del producto	37
2.2.2.1	Superficie de respuesta	38
2.2.3	Tercera fase: Elaboración de la pasta tipo laminada	38
2.2.3.1	Descripción del diagrama de flujo para la elaboración de pasta tipo laminada	39
2.2.4	Cuarta Fase: Evaluación bromatológica	40
2.2.4.1	Análisis de humedad de la pasta	40
2.2.4.2	Determinación de grasa total	41
2.2.4.3	Determinación de cenizas	41
2.2.4.4	Determinación proteica	42
2.2.4.5	Determinación de fibra	43
2.2.4.6	Determinación de hidratos de carbono	43
2.3	Evaluación térmica	44
RESULTADOS Y DISCUSION		45
3.1	<i>Análisis Bromatológicos de la pasta tipo laminada</i>	45
3.1.1	<i>Humedad relativa</i>	45
3.1.2	<i>Cenizas</i>	47
3.1.3	Análisis de grasa total	48

3.1.4 Análisis de proteína	49
3.1.4 Análisis de fibra bruta	51
3.1.5 Hidratos de carbono	52
3.2 Análisis de varianza	52
3.2.1 <i>UNIFORMIDAD DE COLOR</i>	52
3.2.2 <i>FIRMEZA</i>	52
3.2.3 <i>SUAVIDAD</i>	53
3.2.4 <i>ADHERENCIA</i>	53
3.2.5 <i>SABOR</i>	54
3.3 Propiedades térmicas	55
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	62
Bibliografía	62
ANEXOS	68
Anexo 1 . Obtencion de materia prima.....	68
Anexo 2. Proceso de lavado de la materia prima	68
Anexo 4. Licuado de la materia prima	68
Anexo 3. Proceso de pelado de la materia prima	68
Anexo 6. Precipitado del almidón de oca	69
Anexo 5. Filtrado del bagazo de oca	69
Anexo 8. Proceso final de disgregado	69
Anexo 7. Disgregado de solución de ácido ascórbico	69
Anexo 10. Almidón seco transcurridas las 5 horas.....	70
Anexo 9. Almidón colocado en bandejas de aluminio para el proceso de secado	70
Anexo 11. Molturado del almidón.....	70
Anexo 12. Análisis de humedad del almidón	70

Anexo 13. Evaluación sensorial (Hoja de Cata).....	71
Anexo 14. Resultado del análisis de proteína de la pasta laminada	72
Anexo 15. Resultado de análisis de fibra de la pasta laminada.....	73
Anexo 16. Pasta tipo laminada de almidón nativo de oca (<i>oxalis tuberosa</i>) con sustitución parcial de harina de trigo.....	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos del mercado de pastas en Ecuador	17
Tabla 2 Taxonomía y morfología de la oca (<i>Oxalis tuberosa</i>)	19
Tabla 3 Propiedades nutricionales de la OCA (<i>Oxalis tuberosa</i>).....	20
Tabla 4 Características fisicoquímicas del trigo	25
Tabla 5 Propiedades fisicoquímicas del almidón de oca	27
Tabla 6 Caracterización bioquímica del almidón de oca	28
Tabla 7 Propiedades fisicoquímicas de la sémola de trigo duro (<i>Triticum durum</i>)	31
Tabla 8 Diseño experimental factorial de la pasta	37
Tabla 9 Formulación base para la elaboración de pasta	38
Tabla 10 <i>Ecuaciones empíricas para determinar las propiedades térmicas a partir de los componentes del alimento</i>	44
Tabla 11 Porcentaje de humedad en la pasta.....	46
Tabla 13 Porcentaje de grasa total de la pasta	49
Tabla 14 Análisis de proteína.....	51
Tabla 15 Datos aplicados en el modelo matemático y resultado de fibra bruta	51
Tabla 16 Análisis de varianza de uniformidad de color.....	52
Tabla 17 Análisis de varianza de firmeza	52
Tabla 18 Análisis de varianza de suavidad	53
Tabla 19 Análisis de varianza de la adherencia	54
Tabla 20 Análisis de varianza de sabor.....	54
Tabla 21 Porcentaje de harina de trigo y almidón de oca	55
Tabla 22 Propiedades térmicas de la pasta laminada.....	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la extracción de almidón de oca.....	35
Figura 2 Diagrama de flujo de la elaboración de pasta tipo laminada.....	39
Figura 3 Optimización de respuesta	55

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años se ha considerado a Ecuador como un país desarrollado en el ámbito de la agricultura, donde se llegan a cultivar ciertos alimentos como: mashua, melloco, oca y quinoa, estos alimentos fueron conservados por la población andina a lo largo de 500 años desde la venida de los españoles y gracias a ese esfuerzo estos cultivos formaron parte de la seguridad alimentaria de la sociedad andina (Flores, 2011).

Hoy en día, múltiples industrias de pastas alimenticias han venido presentando desafíos que tienen relación con la harina de trigo, ya que se tiende a priorizar a esta materia prima. Esto genera un aprovechamiento limitado de ciertos recursos agrícolas que son cultivados en las regiones andinas como el tubérculo denominado Oca (*Oxalis Tuberosa*). Si bien es cierto que este tubérculo no es aprovechado por la industria alimentaria, se ha venido investigando sobre su almidón y que puede utilizarse en la elaboración de una pasta, aunque el almidón presenta características positivas en el aspecto funcional y nutritivo, el aprovechamiento en la elaboración de pastas tiene un desafío tecnológico como el comportamiento térmico del almidón nativo de oca al momento de la elaboración de pastas. En el contexto de la industria alimentaria ecuatoriana, la elaboración de pastas tipo laminadas enfrenta limitaciones significativas relacionadas con la dependencia exclusiva de harinas convencionales. Estudios precedentes revelan una brecha en el conocimiento científico respecto a los impactos de la sustitución parcial de harina de trigo en las propiedades térmicas y bromatológicas de productos tipo pasta. Los procesos de elaboración de pastas requieren una comprensión precisa de cómo la incorporación de almidones no convencionales puede modificar características fundamentales. La falta de protocolos estandarizados para la incorporación de almidón de oca genera incertidumbre en los procesos productivos, afectando potencialmente la calidad y estabilidad del producto final. Las limitaciones actuales se

centran en tres dimensiones críticas siendo la determinación de porcentajes óptimos de sustitución que mantengan las características tecnológicas deseables, la caracterización comprehensiva de las modificaciones bromatológicas generadas por la incorporación de almidón de oca, y la evaluación de los impactos en las propiedades térmicas durante el procesamiento. La industria de pastas en Ecuador requiere desarrollar alternativas que no solo diversifiquen la matriz productiva, sino que también agreguen valor a los recursos agrícolas locales. La subutilización de tubérculos andinos como la oca representa una oportunidad inexplorada para la innovación alimentaria y el desarrollo de productos con identidad cultural. Es importante recalcar que la innovación de nuevos productos a la industria alimentaria ha creado oportunidades para que exista un progreso en cuanto a la fabricación de nuevos productos a través de procesos innovadores, pero es importante tener en cuenta que estos productos han generado impactos en la comercialización minorista de alimentos y modificaciones respecto al comportamiento del consumidor (Gomez *et al.*, 2023).

Según Franco *et al.*, 2021, nos menciona que, alrededor del mundo, la agricultura tiene una representación el 40 % de todas las actividades económicas. Es entendible que una diversificación de productos utilizando recursos agrícolas locales representa una estrategia fundamental para la innovación alimentaria y el desarrollo sostenible en Ecuador, por lo que este sector logra satisfacer el incremento de la demanda de los productos alimenticios.

Se han realizado estudios en donde se busca valorizar los insumos agrícolas como la oca (*Oxalis tuberosa*), priorizando las características que proporciona este alimento, y poder conseguir un producto de calidad, que sea inocuo y con una accesibilidad para todos. Una pasta tipo laminada mediante la sustitución parcial de harina de trigo por almidón nativo de oca (*Oxalis tuberosa*) surge como una alternativa prometedora para

valorizar los cultivos andinos y ampliar las opciones nutricionales en la industria alimentaria nacional. La caracterización de las propiedades térmicas y bromatológicas de esta nueva formulación de pasta permitirá evaluar su viabilidad tecnológica, ofreciendo información científica relevante sobre las modificaciones estructurales y nutricionales que se producen al sustituir parcialmente la harina de trigo tradicional. Este enfoque investigativo no solo genera conocimiento sobre las capacidades funcionales de los almidones nativos, sino que también abre posibilidades para el desarrollo de productos alimenticios más nutritivos y adaptados a los contextos locales de producción agrícola. Con esto se fortalece la investigación para combatir el olvido que se ha venido dando a este tubérculo (Caiza, 2010).

La población andina es popularmente conocida como la sembradora y productora de cultivos de suma importancia, entre ellos destacan tubérculos como la papa y el camote. Es importante destacar que gran parte de los cultivos alimenticios sembrados por los agricultores de estas regiones no tiende a ser tan conocidas por los consumidores nacionales e internacionales, inclusive dentro de los mismos pueblos andinos no llegan a conocer ciertos cultivos. Estos cultivos pueden llegar a ser raíces o tubérculos de la región andina, entre las especies más destacadas son: achira, ahípa, arracacha, maca mauka, oca, ulluco y yacón (Ore Areche et al., 2020).

Se conoce que tradicionalmente la pasta es un alimento italiano, que consta con una preparación relativamente fácil, con una cantidad de hidratos de carbono complejos, que según (Salazar *et al.*, 2015). hacen que su digestibilidad sea lenta. En los últimos años, con la finalidad de hacer crecer los beneficios funcionales de una pasta, algunas investigaciones han intentado fortificarla con distintos aditivos diferentes al trigo, se ha

estudiado la posibilidad de agregar fuentes de fibra y proteína, almidón resistente, extractos vegetales.

La oca (*Oxalis Tuberosa*) forma parte de una especie de recursos poco conocidas y aprovechados que puede llegar a tener gran importancia y oportunidades para la agricultura, alimentación, sector agroindustrial y negocios internacionales. Este tubérculo ha sido estudiado y se logró descubrir que presentan una elevada variabilidad en relación a su valor nutricional, comprobando que la mayoría presentan valores tan positivos o inclusive mejores a los de la papa. La oca (*Oxalis tuberosa*) contiene cantidades de azúcares de fácil digestión y valores de proteína que pueden llegar a ser diferentes de una manera significativa superando el 9% en base seca (Leon *et al.*, 2011).

Los almidones se pueden llegar a considerar una materia prima para la posterior elaboración y/o fabricación de una cantidad elevada de productos, desde el abastecimiento limitado en la elaboración de sustancias orgánicas, hasta en la industria alimentaria. Son considerados polisacáridos propios de tejidos vegetales que consta como unidad estructural moléculas de glucosa, normalmente tienen una estructura de gránulos que por lo general demuestran una figura redonda, desigual, con tamaños que van desde 2 y 100 micras, su forma al igual que la dimensión de los gránulos tienden a ser característicos de la especie vegetal y esto permite evidenciar de donde proviene el almidón (Surco, 2004).

HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN

Hipótesis nula (H₀): No existe una diferencia significativa ($p > 0,05$) en las características sensoriales entre la pasta elaborada con almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y la pasta tradicional de harina de trigo.

Hipótesis alternativa (H₁): Existe una diferencia significativa ($p < 0,05$) en las características sensoriales entre la pasta elaborada con almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y la pasta tradicional de harina de trigo.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Desarrollar una pasta tipo laminada mediante la sustitución parcial de almidón nativo de oca (*Oxalis tuberosa*) y harina de trigo, caracterizando sus propiedades térmicas y bromatológicas para establecer su factibilidad tecnológica como alternativa en la diversificación de productos derivados de cereales.

Objetivos específicos

- Establecer el protocolo de extracción del almidón nativo de oca (*Oxalis tuberosa*) y diseñar las formulaciones base para la elaboración de pasta tipo laminada con diferentes porcentajes de sustitución.
- Determinar la formulación ideal mediante programas estadísticos para un mejor análisis investigativo.
- Caracterizar las propiedades térmicas y realizar el análisis bromatológico de la pasta desarrollada con la formulación óptima para establecer su perfil nutricional y comportamiento tecnológico.

MARCO TEORICO

1.1 Generalidades de las pastas tipo laminada

Las pastas laminadas, originarias de la tradición culinaria italiana, se caracterizan por su estructura estratificada y multicapa. Su elaboración implica un proceso técnico de laminación, donde se superponen láminas de masa compuesta por harina de trigo, agua y sal, generalmente sin agentes leudantes. La técnica de estirado y plegado secuencial permite una reducción progresiva del espesor, favoreciendo el desarrollo de una malla glutínica que confiere integridad estructural y uniformidad a los estratos. Este método requiere precisión en el manejo de parámetros como la temperatura ambiental, el grado de hidratación de la masa y la presión aplicada durante el laminado, factores críticos que inciden en las propiedades organolépticas y la calidad final del producto (Lu & Collado, 2019).

1.1.1 Datos del mercado de pastas en Ecuador

Esta sección ofrece una visión integral del mercado de pastas en Ecuador, combinando un análisis técnico de indicadores clave como la producción nacional, la capacidad instalada, el porcentaje de importaciones y el consumo per cápita con una apreciación de las dinámicas humanas que impulsan el sector alimentario. Se destaca la eficiencia productiva y las tendencias de consumo que, en conjunto, permiten comprender el entramado económico y social detrás del mercado., que corresponde a la Tabla 1.

Tabla 1 Datos del mercado de pastas en Ecuador

Indicador	Valor Estimado	Observaciones
Producción Nacional	Total, de pastas 60 % del consumo total	Incluye todas las variedades de pasta

Capacidad Productiva Instalada	40 000 toneladas/año	Considerando las principales plantas industriales
Utilización de Capacidad Instalada	75 – 80 %	Promedio del sector
Producción Efectiva Estimada	30 000 toneladas/año	Producción real aproximada
Importaciones	40 % del consumo total	Principalmente de Italia, Perú y Colombia
Consumo Per Cápita Anual	3,5 - 4 kg	Por persona/año
Principales Empresas Productoras	4 empresas dominantes	Sumesa; Oriental; Industria Alimenticia Pastificio Tomebamba ;Alimentos Superior
Código Arancelario	1902.20.00	Clasificación para pastas alimenticias rellenas

Nota. Fuente; (INEC, 2021)

1.2 Generalidades de la Oca (*Oxalis tuberosa*)

1.2.1 Origen y distribución geográfica

La Oca, un tubérculo andino originario de Perú, Bolivia y Ecuador, fue un cultivo esencial en las civilizaciones precolombinas. Crece en altitudes de 2500 a 4000 metros, con temperaturas oscilantes de 8 a 16 °C, adaptándose a suelos volcánicos y climas variables. Cultivada principalmente en los Andes centrales, destaca por su rusticidad y resistencia a condiciones agroclimáticas adversas, siendo un recurso alimenticio clave en zonas montañosas (Roman et al., 2021).

1.2.2 Características botánicas

La Oca es una planta herbácea perenne de la familia Oxalidáceas, de crecimiento erecto y altura entre 20 a 40 cm. Sus hojas son trifolioladas, con folíolos ovalados de color verde, a veces con tonos morados o rojizos. Las flores son pequeñas, amarillas y se agrupan en inflorescencias terminales. El fruto es una cápsula de dehiscencia explosiva con semillas diminutas. La parte comestible y más valorada son los tubérculos subterráneos, que varían en forma de cilindros a redondeados y color blanco a morado (Roman, et al., 2021).

Taxonomía y morfología

Tabla 2 Taxonomía y morfología de la oca (*Oxalis tuberosa*)

Reino	Vegetal
Clase	Dicotiledonea
Subclase	<i>Dicotiledoneae</i>
Orden	Geraniales

Familia	<i>Oxalidaceae (oxalis)</i>
Género	Oxalis
Especie	Tuberosa

Nota. Fuente; (Cruz & Wilbert, 2018)

1.2.3 Valor nutricional

Tabla 3 Propiedades nutricionales de la OCA (Oxalis tuberosa)

Componente	OCA Fresca (por 100 g)	OCA Soleada (por 100 g)	Observaciones
Energía (kcal)	67	128	Incremento energético tras el secado al sol.
Proteína (g)	0,7	1,1	Bajo contenido proteico.
Grasa (g)	0	0,1	Prácticamente sin grasas, lo que la hace ligera.
Carbohidratos totales (g)	16,1	30,8	Principal fuente de energía, predominan almidones y azúcares.

Fibra (g)	0,5	1,0	Contribuye al tránsito intestinal de manera modesta.
Humedad (g)	82,4	66,9	Alto contenido de agua disminuye tras la exposición al sol.
Calcio (mg)	5	7	Fuente moderada; biodisponibilidad limitada por el ácido oxálico.
Hierro (mg)	0,9	1,3	Beneficioso para prevenir anemia.
Vitamina C (mg)	37	33	Antioxidante y mejora la inmunidad; leve disminución al ser soleada.
Caroteno (mg)	0,02	0,05	Fuente de vitamina A, contribuye a la salud visual y antioxidante.

Tiamina (mg)	0,07	0,09	Participa en el metabolismo energético.
Riboflavina (mg)	0,03	0,05	Contribuye a la producción de energía y salud celular.
Niacina (mg)	0,42	1,03	Importante para el metabolismo de macronutrientes.
Ácido oxálico	Presente	Disminuye un 75%	Reduce la absorción de calcio; mitigado por exposición al sol.

Nota. Fuente; (Gualoto, 2021)

1.3 Generalidades del trigo (*Triticum spp.*)

El trigo es un cereal fundamental a nivel global, cultivado en una extensión mayor que cualquier otro grano y aportando más calorías y proteínas a la dieta humana que cualquier otro cultivo. Su versatilidad radica en su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, la presencia de gluten en su grano, que permite la panificación, y su relevancia en la seguridad alimentaria. Además, su producción y comercialización son pilares clave en la economía agrícola mundial, con impactos significativos en el desarrollo de los países que lo cultivan (Handson, Borlaug, & Anderson, 2021)

Presenta granos nutritivos con almidón (65-75%) y proteínas (10-15%), estructurado en un tallo hueco de 1,5 metros con espiga productora. Nutricionalmente

rico en fibra, vitaminas B y minerales, se procesa industrialmente en diversas harinas para panificación, pastelería, cereales, cerveza, alimentos pecuarios y como espesante, extendiendo su versatilidad a la producción de almidón modificado y otros ingredientes tecnológicos (Cardoso et al., 2019)

Con gran importancia mundial, destaca por su complejo perfil nutricional que incluye almidón, proteínas especialmente gluten, lípidos y diversos micronutrientes. Su versatilidad lo convierte en un ingrediente fundamental para la elaboración de pan y otros productos alimenticios, así como para aplicaciones industriales en sectores como el papelero y biotecnológico. La producción global supera los 600 millones de toneladas anuales, lo que lo posiciona como un recurso estratégico para la seguridad alimentaria. Sin embargo, es crucial tener en cuenta las restricciones dietéticas asociadas, como la celiaquía, que limitan su consumo en ciertos grupos poblacionales. (Hugh, Cornell, & Hoveling, 2019)

1.3.1 Origen y distribución geográfica

El Trigo, originado filogenéticamente en el Creciente Fértil mesopotámico hace 10,000 años mediante hibridación natural de gramíneas ancestrales, fue domesticado en la Media Luna Fértil por condiciones edafoclimáticas y selección antropogénica. Su distribución geográfica actual abarca el cinturón ruso-ucraniano, praderas norteamericanas, pampas sudamericanas, planicies australianas y regiones cerealistas de China e India, evidenciando su adaptabilidad a climas templados con temperaturas entre 10-24 °C y precipitaciones moderadas (Cardoso, et al., 2019).

1.3.2 Características botánicas

El Trigo es una gramínea de la familia <<*Poaceae*>> caracterizada por su crecimiento anual y hábito de macollamiento, con raíces fibrosas y un tallo cilíndrico y

hueco dividido en nudos y entrenudos. Sus hojas alternas presentan una lámina linear y una lígula membranosa, mientras que su inflorescencia, una espiga terminal compuesta, alberga espiguillas dispuestas en cada nudo del raquis. Cada espiguilla contiene de dos a cinco flores protegidas por glumas y glumillas, y su grano es un <<*cariopse*>> cubierto por un pericarpio adherente, rico en almidón y proteínas. Su polinización es principalmente autógena, lo que favorece la estabilidad genética de las variedades cultivadas (Kumar, Amarjeet, & Prasad, 2017).

1.4 Harina de trigo

El polvo farináceo de (*Triticum*), obtenido mediante refinamiento industrial que segrega pericarpio y embrión, es un componente alimentario global caracterizado por su composición bioquímica única. Destaca por sus polisacáridos y proteínas (gluteninas y gliadinas) que generan una red viscoelástica de gluten con propiedades reológicas excepcionales. Su caracterización tecnológica abarca parámetros como contenido mineral, perfil proteico y grado de extracción, diferenciándose entre harinas refinadas e integrales más complejas y nutritivas. Su funcionalidad depende de variables como genética del cereal, condiciones agronómicas, almacenamiento y procesamiento, consolidándose como un ingrediente altamente tecnificado en la cadena alimentaria mundial (Sporin, Avbelj, Kovac, & Mozina, 2018)

La harina de trigo, derivada de la molienda del endospermo del grano de (*Triticum spp*), resulta de un proceso de refinamiento que elimina salvado y germen, generando un polvo fino rico en almidón y proteínas. Sus propiedades químicas y funcionales varían según el tipo de trigo y grado de extracción, influyendo en parámetros como absorción de agua, fuerza panadera y reactividad en procesos alimenticios. La granulometría, daño del almidón y contenido de cenizas determinan su clasificación e implementación industrial (Thakur, Scanlon, Tyler, Milani, & Paliwal, 2019)

1.4.1 Características fisicoquímicas del trigo

La composición del grano se caracteriza por contener mayoritariamente almidón (carbohidratos), un complejo proteico formado por gluteninas y gliadinas, además de grasas y elementos minerales, las propiedades como la absorción hídrica, comportamiento viscoso y elasticidad están directamente relacionadas con el gluten, proteína que es decisiva en procesos como la elaboración de pan y otras aplicaciones industriales, la calidad nutricional y el desempeño tecnológico del trigo están determinados por aspectos como el nivel de proteínas, el perfil de aminoácidos presentes y la actividad enzimática (Khalid, Hameed, & Tahir., 2023).

Tabla 4 Características fisicoquímicas del trigo

Parámetro	Harinas Refinadas	Harina Integral
pH	6,05 – 6,04	6,18
Humedad (%)	13,6 – 14,1	14,7
Proteínas (g/100 g)	13,2 – 13,4	14,6
Minerales (%)	0.61 – 0,69	1,47
Grasas (%)	0,76 – 0,92	1,51
Carbohidratos (%)	85,2 – 85,5	82,4
Energía (kcal/100 g)	401,0 – 402,2	401,7

Gluten húmedo (%)	25,0 – 25,6	19,9
Gluten seco (%)	9,4 – 9,5	7,2

Nota. Fuente; (Cardoso, et al., 2019)

1.4.2 Importancia en la agricultura andina

Oca

La Oca es un tubérculo nativo de la región andina que ha desempeñado rol crucial en la agricultura y dieta de las comunidades locales desde épocas prehispánicas. Este cultivo destaca por su notable adaptabilidad a condiciones adversas, incluyendo climas gélidos y suelos de baja fertilidad, posicionándose como una opción estratégica en áreas marginales donde otros cultivos no logran desarrollarse. Además, la oca es un componente esencial de los sistemas agrícolas diversificados que practican los pequeños productores, lo que refuerza su capacidad de respuesta ante retos climáticos y económicos. En síntesis, este tubérculo constituye un legado invaluable en términos culturales y nutricionales para las comunidades andinas (Morillo, Cruz, Leguisamo, & Fernandez, 2019)

1.5 Almidón de oca (*oxalis tuberosa*)

El almidón extraído de los tubérculos de la oca es un polímero de azúcares complejo. Este compuesto presenta características particulares que lo diferencian de los almidones más comunes. Por ejemplo, tiene un contenido moderado de amilosa, alrededor del 21 %, y una estructura granular de tamaño medio, de aproximadamente 34,5 micrómetros. Además, sus propiedades térmicas incluyen bajas temperaturas de gelatinización, entre 54 y 65 grados Celsius. Estas singularidades posicionan al almidón

de oca como una alternativa funcional interesante para aplicaciones que requieren alta viscosidad y elasticidad moderada en sus fórmulas (Zhu & Cui, 2020).

Se caracteriza por presentar buena solubilidad y transparencia en aplicaciones de biopolímeros, además de ser biodegradable y tener una baja permeabilidad al oxígeno. Su comportamiento mecánico y estructural puede variar según el método de extracción y procesamiento, lo que influye en su resistencia y elasticidad para aplicaciones industriales como envases biodegradables y matrices alimentarias. (Pico, Vega, Tubón, Arancibia, & Casado., 2022)

1.5.1 Caracterización fisicoquímica del almidón de oca

Tabla 5 Propiedades fisicoquímicas del almidón de oca

Propiedad	Descripción
Capacidad de hinchamiento	Elevada, lo que indica una fuerte interacción con el agua.
Solubilidad en agua	Alta, favoreciendo su aplicación en sistemas acuosos.
Lixiviación de amilosa	Notable, debido a la menor estabilidad de la estructura granular.
Temperatura de gelatinización	Relativamente baja (54-65 °C), ideal para procesos de menor demanda energética.

Entalpía de gelatinización	Moderada, reflejando la energía necesaria para la disrupción de sus dobles hélices.
Estructura granular	Tipo B, con un tamaño promedio de 34.5 μm , que contribuye a sus propiedades térmicas y funcionales.
Composición molecular	Contenido moderado de amilosa 21 %, lo que influye en su elasticidad y viscosidad.

Nota. Fuente; (Zhu & Cui, 2020)

1.5.2 Caracterización bioquímica

Desde una perspectiva bioquímica, el almidón presente en la oca se caracteriza por su estructura polimérica compleja, conformada principalmente por las macromoléculas amilosa y amilopectina. La relación cuantitativa entre estos componentes influye directamente en propiedades clave como su dinámica reológica, su capacidad para formar geles y su nivel de digestibilidad (Castro-Mendoza et al., 2019)

Tabla 6 Caracterización bioquímica del almidón de oca

Parámetro	Características	Rango/Valor
Bioquímico	Específicas	
Composición	Amilosa	25 - 30 %
Molecular	Amilopectina	70 – 75 %

Temperatura de Gelatinización	Rango	62 - 68 °C
Cristalinidad Relativa	Porcentaje	30 – 35 %
Morfología Granular	Diámetro	5 - 20 μm
	Forma predominante	Poligonal/Oval
Contenido Proteico	Porcentaje	0,1 - 0,3 %
Contenido Mineral	Potasio	Traza significativa
	Calcio	Presente
	Magnesio	Presente
Enlace Glucosídico	α -1,4	Predominante
	α -1,6	Secundario
Índice de Hidrólisis	Velocidad	Moderada
Grupo Estructural	Tipo	Polisacárido complejo

Nota. Fuente;(Castro-Mendoza et al., 2019)

1.6 Sémola de trigo duro (*Triticum durum*)

La sémola de trigo duro, producto intermedio de molienda especializada, se caracteriza por una granulometría específica entre 150-600 micrones, obtenida mediante separación progresiva del endospermo. Su composición incluye principalmente almidón

semicristalino (70-75%) y proteínas (11-13%, gliadinas y gluteninas) formadoras de gluten, además de lípidos y minerales en menor proporción. Su valor funcional en la industria alimentaria radica en su distribución granulométrica controlada y pureza, que permiten una hidratación óptima para la producción de pasta, mejora reológica en panificación y sistemas de recubrimiento (Giannone, et al., 2018).

Su calidad se determina mediante factores como la tenacidad del gluten, la absorción de agua y la capacidad de retención del almidón, aspectos clave en la industria alimentaria para garantizar un producto final con óptimas propiedades tecnológicas y sensoriales. (Cecchini, Bresciani, Menesatti, Pagani, & Marti, 2021)

1.6.1 Características fisicoquímicas de la sémola de Trigo duro

La evaluación de la sémola de trigo duro se sustenta en parámetros críticos que determinan su desempeño funcional en formulaciones alimentarias. Se destacan indicadores como la concentración proteica y la fracción de gluten seco, esenciales para la formación de una red estructural robusta, así como características reológicas como la capacidad de retención hídrica, durabilidad de la masa y propiedades cromáticas, que influyen en la textura y estabilidad del producto final, como se muestra en la Tabla 7. (Giannone, et al., 2018).

El trigo duro genera una sémola con características fisicoquímicas ideales para elaborar pasta y productos derivados. Se distingue principalmente por su elevada concentración de proteínas y gluten de alta calidad, elementos que contribuyen a lograr una pasta con estructura firme y elástica después de cocinarse, la presencia y cantidad de pigmentos carotenoides determina la intensidad del color amarillo típico de la sémola. El rendimiento durante la molienda y su comportamiento en aplicaciones industriales

alimentarias están influenciados por diversos parámetros como las dimensiones del grano, su densidad específica y su perfil químico (Wang, Taylor, Chen, Suchy, & Fu., 2021).

Tabla 7 *Propiedades fisicoquímicas de la sémola de trigo duro (Triticum durum)*

Parámetro	Valor o Rango Observado	Descripción Técnica
Concentración de proteínas	12,0 – 12,3 g/100 g (base seca)	Contenido proteico que favorece la formación de una matriz de gluten con buena resistencia.
Minerales totales	0,70 – 0,90 g/100 g (base seca)	Proporción mineral adecuada, indicativa de la calidad y pureza del material molido.
Fracción de gluten seco	9,7 – 10,5 g/100 g (base seca)	Cantidad suficiente para garantizar propiedades viscoelásticas óptimas en masas panificables.
Capacidad de retención hídrica	59,3 – 62,3 g/100 g	Alta absorción de agua, esencial para una adecuada cohesión y elasticidad de la masa.

Durabilidad de la masa	171 – 327 segundos	Refleja la estabilidad estructural de la masa frente a procesos de mezclado intensivo.
Índice de suavidad	46 – 66 unidades Brabender (UB)	Define la capacidad de la masa para mantener su estructura frente a mezclas prolongadas.
Actividad de α -amilasa	533 – 644 segundos	Indicador de una fermentación controlada con baja actividad enzimática.
Intensidad de color amarillo	18,0 – 21,0	Determina el tono amarillento característico aportado por compuestos carotenoides.
Grado de alteración del almidón	2,2 – 2,7 g/100 g (peso húmedo)	Proporción que impacta en la capacidad de hidratación y en las propiedades finales del pan.
Elasticidad del gluten (W)	193×10^{-4} – 223×10^{-4} J	Refleja la fuerza de la matriz proteica, crucial para el volumen y estructura de la miga.

Proporción tenacidad/extensibilidad (P/L)	2,2 – 2,7	Relación que asegura un equilibrio entre la elasticidad y la resistencia de la masa.
---	-----------	--

Nota. Fuente; (Giannone, et al., 2018)

METODOLOGÍA

2.1 Materia Prima

La obtención de la materia prima para la investigación se realizó en el Mercado «El Arenal», ubicado en la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay. El mercado se localiza con las coordenadas geográficas: Latitud -2.904056, Longitud -79.005653, a una altitud de aproximadamente 2550 metros sobre el nivel del mar.

2.2 Ubicación de la investigación

La distancia entre el punto de recolección de la materia prima y el sitio de procesamiento experimental comprende 167 kilómetros, el desarrollo experimental se ejecutó en el Laboratorio de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Machala, en la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, en la provincia de El Oro, Ecuador. Se estableció un protocolo metodológico estructurado en fases fundamentales:

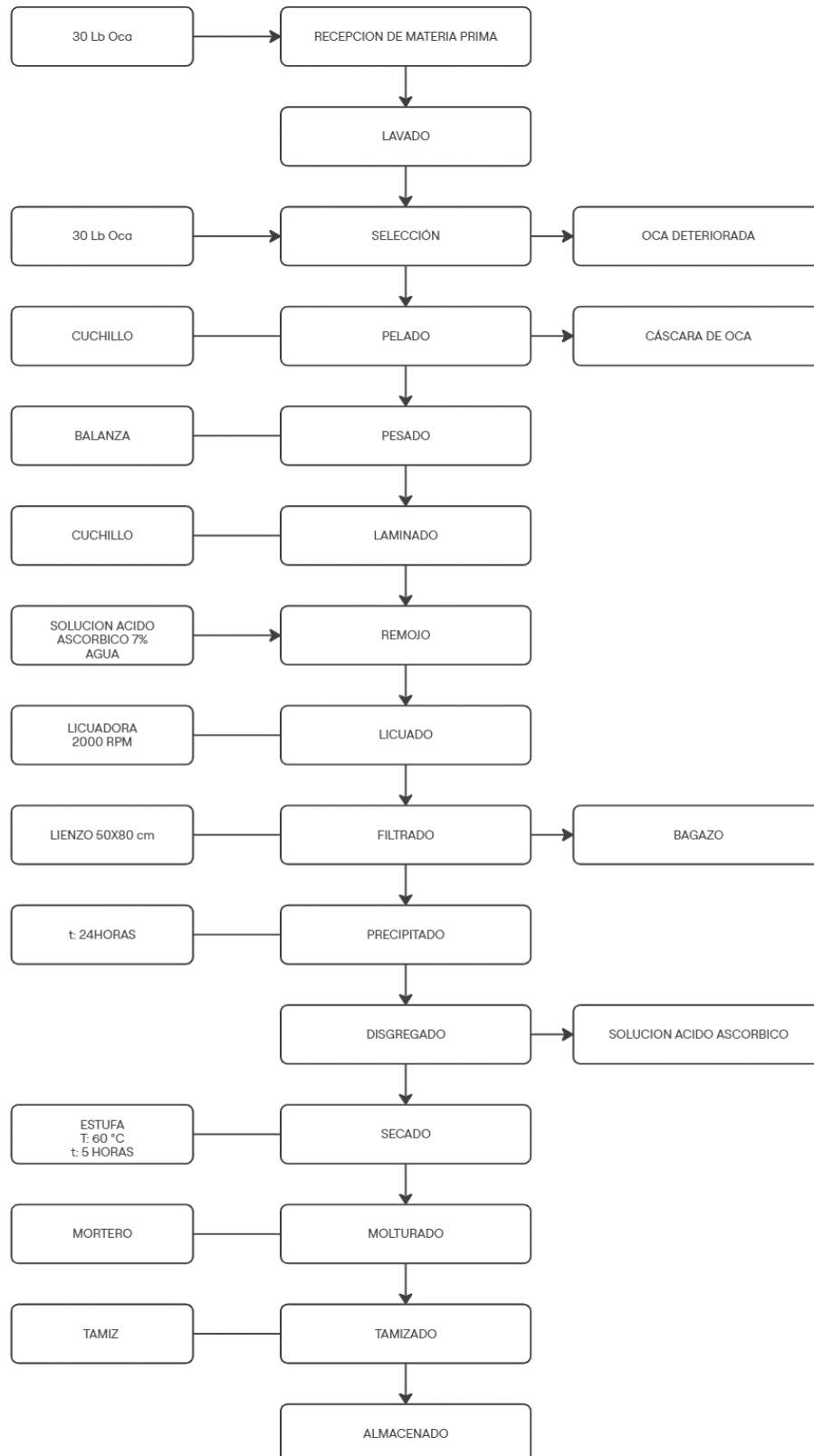
2.2.1 Primera Fase: Extracción del almidón

El proceso involucró técnicas de separación del almidón de oca mediante métodos fisicoquímicos de fraccionamiento y aislamiento por precipitación del almidón, considerando un parámetro fundamental que es el rendimiento. La extracción se ejecutó siguiendo la metodología descrita por Quezada *et al.*, (2021). Se llevó a un proceso de pelado y troceado en láminas de 1,0 cm de grosor, para posterior llevarlos a un proceso

de remojo con una solución de ácido ascórbico (7 %), durante un período de 40 minutos, y luego se llevó a una licuadora a 2000 rpm. El extracto obtenido se llevó a un proceso de filtrado, separando y excluyendo los residuos sólidos. La solución obtenida se deja por un tiempo de 24 horas en decantación (*separación del líquido y almidón*). Se aplica un secado a 60 °C durante 5 horas en la estufa del laboratorio.

En la figura 1 se detalla el diagrama de flujo del proceso de la obtención de almidón.

Figura 1. Diagrama de flujo para la extracción de almidón de oca



2.2.1.1 Descripción del diagrama de flujo de la extracción de almidón de oca

1. Recepción de Materia Prima: En esta primera etapa, se reciben 30 libras de materia prima. Aquí se verifica el estado y calidad de la materia prima, asegurándose de que cumpla con los requisitos establecidos.
2. Lavado: Después de la recepción, el almidón de oca pasa por un proceso de lavado, donde se remueven impurezas y se prepara para las siguientes etapas.
3. Selección: Una vez lavado, el almidón de oca se somete a un proceso de selección, donde se separa aquella oca que se encuentra deteriorada.
4. Pelado: Posteriormente, el almidón de oca seleccionado pasa por una etapa de corte con cuchillo.
5. Pesado: Luego, el almidón de oca cortado se pesa en una balanza.
6. Laminado: Nuevamente, el almidón de oca se somete a un proceso de corte con cuchillo en forma de láminas para facilitar el proceso posterior
7. Remojo: Se prepara una solución de ácido ascórbico al 7% en agua, la cual se utilizará en pasos posteriores.
8. Licuado: Posteriormente, el almidón de oca remojado se licúa.
9. Filtrado: El almidón de oca licuado se filtra.
10. Precipitado: se deja precipitar 24 horas para obtener la mayor cantidad de almidón.
11. Disgregado: Se retira la solución de ácido ascórbico
12. Secado: El producto obtenido se seca en una estufa a 60 °C durante 5 horas.
13. Molturado: Luego, el producto seco se procesa en un mortero.
14. Tamiz: Después del procesamiento en el mortero, el producto pasa a través de un tamiz.
15. Almacenado: El producto tamizado se almacena a una temperatura ambiente

2.2.1.2 Análisis de humedad del almidón obtenido

El almidón extraído de la oca (*Oxalis tuberosa*) fue procesado para su respectivo análisis mediante un equipo diseñado para la cuantificación minuciosa del contenido de

humedad en materiales sólidos *determinador de humedad (Ohaus, Modelo MB90, Mexico)*. Se colocó entre 0,5 g de muestra en el plato del equipo. Este análisis se basa el método descrito por la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC 964.22).

2.2.2 Segunda Fase: Formulación del producto

Se llevó a cabo la integración sistemática del almidón de oca con harina de trigo y sémola evaluando las proporciones y las interacciones entre estos componentes durante la formulación de la pasta tipo laminada. Este proceso se basó en un diseño de mezclas previamente establecido para determinar una proporcionalidad adecuada. Por lo tanto, se utilizó el software de diseño experimental *Minitab*, el cual permitió identificar y optimizar las formulaciones más adecuadas para la elaboración de la pasta, teniendo relaciones de (70:30), (50:50), (30:70) como se indica en la tabla 8 Este enfoque aseguró un análisis riguroso y detallado de las combinaciones de ingredientes, garantizando la obtención de un producto de calidad optimizada.

Tabla 8 Diseño experimental factorial de la pasta

Formulación	Harina de trigo (%)	Almidón de oca (%)
F1	70	30
F2	50	50
F3	30	70

Nota: Los datos fueron obtenidos del programa estadístico *Minitab*

2.2.2.1 Superficie de respuesta

Se empleó el programa estadístico Minitab para el análisis de superficie de respuesta, permitiendo la modelización y optimización del tiempo óptimo de cocción mediante un enfoque estadístico basado en diseño de experimentos

2.2.3 Tercera fase: Elaboración de la pasta tipo laminada

El proceso de elaboración de la pasta se llevó a cabo utilizando todos los ingredientes, materiales y equipos correspondientes. Partiendo con formulaciones que previamente obtuvimos del programa estadístico, se utilizó el equipo *Philips HR2375/06* para hacer pastas. Para el desarrollo de la elaboración de la pasta se añadieron los ingredientes faltantes como: Sémola, huevo, agua, sal ajustando los valores para que de un total del 100% como se indica en la tabla 9.

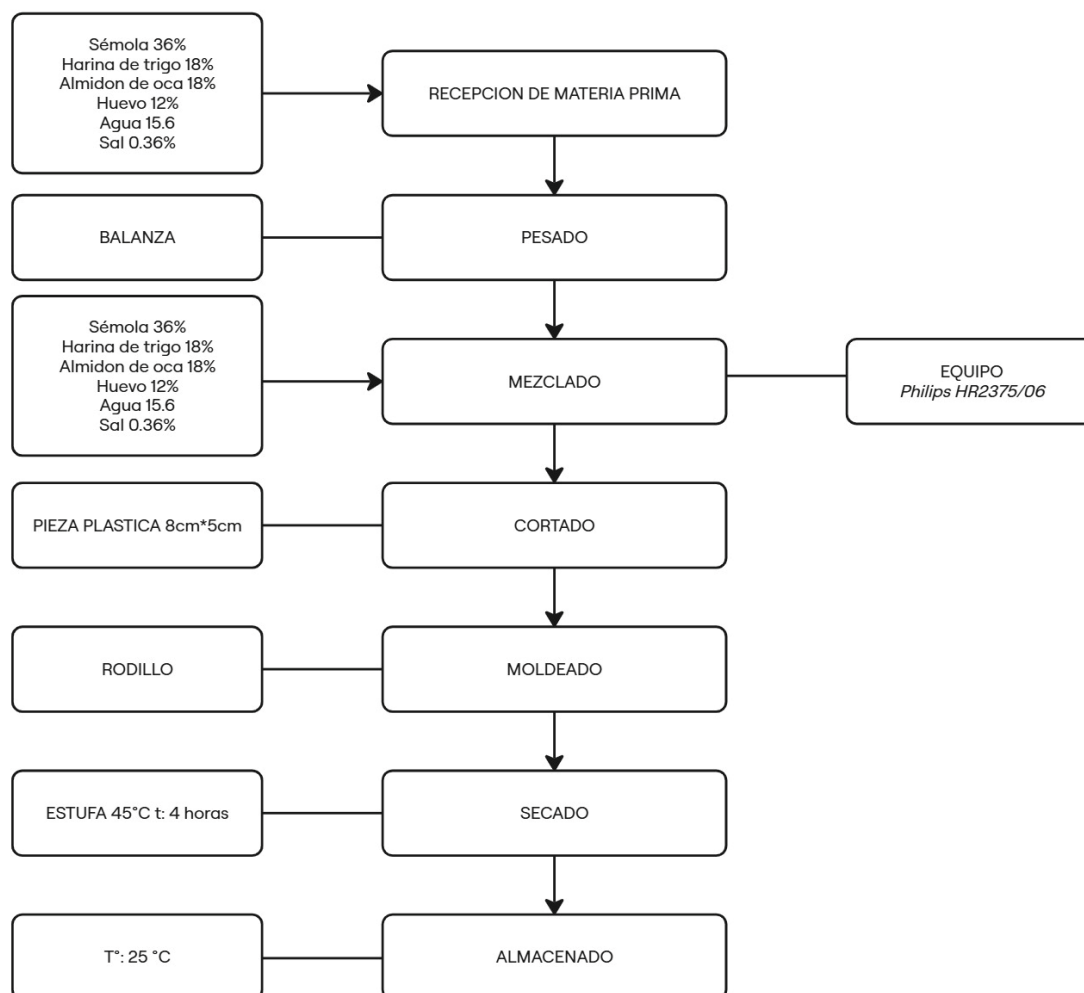
Tabla 9 Formulación base para la elaboración de pasta

Ingredientes	Porcentaje (%)
Sémola	36
Harina de trigo	18
Almidón de Oca	18
Huevo	12
Agua	15.6
Sal	0.36

El flujo de proceso empleado para la elaboración de la pasta se muestra en la

Figura 2.

Figura 2 Diagrama de flujo de la elaboración de pasta tipo laminada



2.2.3.1 Descripción del diagrama de flujo para la elaboración de pasta tipo laminada

Recepción de materia prima: Se reciben todos los ingredientes que cumplan con los parámetros de calidad según normativa.

Pesado: Se pesó en una balanza analítica los distintos pesos de harina y sémola de trigo, más el almidón de oca.

Mezclado: Se mezcló todos los ingredientes, las harinas, huevos, agua y sal, en el equipo extrusor de pastas

Cortado: Se procede a cortar los bordes amorfos de la pasta luego que haya salido del extrusor.

Moldeado: Se aplica ligera fuerza sobre la pasta con la ayuda de un rodillo para darle la apariencia lisa y plana a la pasta.

Secado: La pasta se somete a un proceso de secado en una estufa a 45 °C por un tiempo de 4 horas.

Almacenado: Ya obtenida la pasta, se coloca en un envase que no sea permeable como un recipiente de vidrio a temperatura ambiente.

2.2.4 Cuarta Fase: Evaluación bromatológica

Comprendió el análisis composicional y caracterización de propiedades del producto, utilizando metodologías de observación científica y técnicas instrumentales de medición que permitieron determinar características nutricionales, estructurales y de comportamiento térmico. Según menciona (Mora *et al.*, 2012) se llevan analisis como cenizas (AOAC 942.50, 1990), fibra cruda (AOAC 978.10, 1990), grasa (NTC 668), humedad, proteína cruda por método Kjeldahl (NTC 4657) e hidratos de carbono por diferencia.

2.2.4.1 Análisis de humedad de la pasta

Se llevó a cabo la evaluación del contenido de humedad de la pasta mediante el uso de un medidor de humedad (*Ohaus, Modelo MB90, Mexico*). Este estudio se

desarrolló a lo largo de tres días, los cuales se analizaron tres muestras por cada día, con el propósito de garantizar la confiabilidad de los datos obtenidos.

2.2.4.2 Determinación de grasa total

Se desarrolló la determinación del análisis según lo menciona (Tanamati *et al.*, 2010), escogiendo dos muestras de alrededor de 5 gramos por cada muestra de pasta, se colocaron dentro de un cartucho para posterior colocarlas dentro del tubo de extracción. Siguiendo con el proceso, se añade 200 mL de acetato de etilo y se empieza con el proceso de extracción en el equipo Soxhlet. Aquí influye la temperatura para que el solvente entre en ebullición, por lo que se utilizaron estufas para poder generar este proceso. Tuvo una duración de aproximadamente 7 horas, posterior a ello se apaga el equipo (estufa) hasta dejarlo enfriar. Los balones son llevados al (Evaporador giratorio de la marca Heidolph y modelo Labarota 4001 efficient a 41 °C, 60 rpm y una presión al vacío de 450 hasta 160 mbar, dando por terminado el proceso de determinación de grasa total.

2.2.4.3 Determinación de cenizas

La determinación de cenizas se realizó por el método de gravimetría iniciando con la molienda de las muestras hasta obtener una granulometría fina uniforme, empleando un mortero para asegurar la homogeneidad del material. Se procedió a pesar 3 g de muestra en crisoles de porcelana previamente tarados, registrando masas iniciales de 35,80 g y 28,26 g para el primer y segundo crisol respectivamente. Se efectuó una pre-calcinación de ambas muestras a 350 °C durante 10 minutos para asegurar una combustión uniforme de la materia orgánica y evitar pérdidas por proyección, obteniéndose masas intermedias de 36,54 g para la muestra 1 y 28,99 g para la muestra 2. Las muestras se transfirieron a un desecador con gel de sílice como agente desecante hasta alcanzar temperatura ambiente, minimizando así la absorción de humedad atmosférica que pudiera interferir con los resultados analíticos. Posteriormente, se realizó

la calcinación en mufla digital (*HYSC, modelo MF-14*) con control automático de temperatura, iniciando a 520 °C y elevando gradualmente la temperatura hasta 550 °C, manteniéndose a esta temperatura durante 4 horas para asegurar la oxidación completa de toda la materia orgánica y manteniendo un ambiente oxidante adecuado para garantizar la combustión total de la muestra. Finalizada la calcinación, las muestras se colocaron nuevamente en el desecador con gel de sílice hasta alcanzar temperatura ambiente, registrando masas finales de 35,82 g y 28,29 g para las muestras 1 y 2 respectivamente, observándose que las cenizas obtenidas presentaron una coloración gris blanquecina uniforme, lo cual es indicativo de una calcinación completa y adecuada del material analizado según los procedimientos estandarizados para el análisis proximal de alimentos.

2.2.4.4 Determinación proteica

En el análisis realizado mediante la metodología Kjeldahl para la determinación proteica, se ejecutó una secuencia analítica exhaustiva donde inicialmente se sometió aproximadamente un gramo de muestra a un proceso de digestión química, para lo cual se incorporó ácido sulfúrico concentrado en conjunto con catalizadores cúpricos. Subsecuentemente, se efectuó una degradación térmica empleando un sistema *Kjeltec 2020*, donde se mantuvo la muestra a una temperatura controlada de 420 °C durante un período de 120 minutos, durante el cual se observó la descomposición completa de la matriz orgánica y la consecuente liberación del componente nitrogenado en su forma amoniacal. Tras esta etapa, se procedió a realizar un descenso térmico controlado del digestado resultante, seguido de una dilución acuosa meticulosa. Una vez completado este paso, se realizó la neutralización del hidrolizado y se ejecutó la valoración volumétrica correspondiente. Finalmente, se determinó cuantitativamente el nitrógeno total presente y, mediante la aplicación de coeficientes de transformación estandarizados, empleando tanto el factor tradicional de 6,25 como factores específicos según la naturaleza del

analito, se logró derivar matemáticamente el contenido proteico total en la muestra analizada.

2.2.4.5 Determinación de fibra

Se ejecutaron los análisis de fibra bruta según la normativa <<NTE INEN 522:2013>> mediante el método gravimétrico, donde el procedimiento implicó que la muestra de fideo laminado se sometió inicialmente a una digestión ácida <<H₂SO₄>> al 1,25% en ebullición durante 30 minutos, seguida de una filtración y lavado con agua destilada caliente; posteriormente, el residuo se sometió a una digestión alcalina con <<NaOH>> al 1,25% en ebullición por otros 30 minutos, realizándose nuevamente una filtración y lavados sucesivos con agua destilada caliente, tras lo cual el residuo se lavó con alcohol etílico, se secó a 130 °C por 2 horas, se pesó, se incineró en mufla digital (HYSC, Nowon-gu, Seúl) a 550°C durante 3 horas, y finalmente se pesó nuevamente, siendo la diferencia entre estas dos últimas pesadas, expresada como porcentaje del peso de la muestra original, el contenido de fibra bruta, que en este caso específico arrojó un resultado de 0.10% para la muestra analizada.

2.2.4.6 Determinación de hidratos de carbono

Se determinó el contenido de carbohidratos en la pasta calculando el porcentaje restante después de determinar los principales componentes de la muestra, siguiendo el método descrito por (Díaz, 2022). La fórmula empleada para calcular el porcentaje de carbohidratos es la siguiente: % Carbohidratos = 100 – (% Grasa + % Proteínas + % Cenizas + % Humedad).

2.3 Evaluación térmica

La determinación del tiempo óptimo de cocción de la pasta se llevó a cabo utilizando un termómetro y vasos de precipitación, siguiendo procedimientos estandarizados.

El análisis contempla la determinación de parámetros fundamentales como calor específico, conductividad térmica y densidad, utilizando equipos de termo análisis. Las ecuaciones matemáticas empleadas para la determinación cuantitativa de las propiedades térmicas, formuladas y validadas por Mwewa, *et al.*, (2023), se presentan de manera detallada en la Tabla 9. Estas ecuaciones llevan un modelo analítico fundamental que permite la caracterización de los parámetros térmicos de la pasta, brindando una base científica para la estimación de la conductividad térmica, densidad y calor específico. La implementación de estas expresiones matemáticas garantiza un grado de precisión en la predicción de las respuestas térmicas, favoreciendo la veracidad de los resultados obtenidos y asegurando la coherencia metodológica en el análisis termodinámico.

Tabla 10 Ecuaciones empíricas para determinar las propiedades térmicas a partir de los componentes del alimento

Conductividad térmica W/ (m·°C)	<i>Agua Kw</i> = $5,7109 \times 10^{-1} + 1,7625 \times 10^{-3}t - 6,7036 \times 10^{-6}t^2$
	<i>Proteína kp</i> = $1,7881 \times 10^{-1} + 1,1958 \times 10^{-3}t - 2,7178 \times 10^{-6}t^2$
	<i>Grasa Kf</i> = $1,8071 \times 10^{-1} - 2,7604 \times 10^{-3}t - 1,7749 \times 10^{-7}t^2$
	<i>Hidratos de Carbono Kcho</i> = $2,0141 \times 10^{-1} + 1,3874 \times 10^{-3}t - 4,3312 \times 10^{-6}t^2$
	<i>Cenizas Kas</i> = $3,2962 \times 10^{-1} + 1,4011 \times 10^{-3}t - 2,9069 \times 10^{-6}t^2$
Densidad (kg/m ³)	<i>Agua ρw</i> = $9,9718 \times 10^{-2} + 3,1439 \times 10^{-3}t - 3,7574 \times 10^{-3}t^2$
	<i>Proteína pp</i> = $1,3299 \times 10^3 - 5,1840 \times 10^{-1}t$
	<i>Grasa pf</i> = $9,2559 \times 10^2 - 4,1757 \times 10^{-1}t$
	<i>Hidratos de carbono ρCHO</i> = $1,5991 \times 10^3 - 3,1046 \times 10^{-1}t$
	<i>Cenizas pas</i> = $2,4238 \times 10^3 - 2,8063 \times 10^{-1}t$
Calor específico J/ (kg· °C)	<i>Agua Cpw</i> = $4,1762 \times 10^3 - 9,0864 \times 10^{-2}t + 5,4731 \times 10^{-3}t^2$
	<i>Proteína Cpp</i> = $2,0082 \times 10^3 + 1,2089t - 1,3129 \times 10^{-3}t^2$
	<i>Grasa Cpp</i> = $1,9842 \times 10^3 + 1,4733t - 4,8008 \times 10^{-3}t^2$
	<i>Hidratos de carbono CpCHO</i> = $1,5488 \times 10^3 + 1,9625t - 5,9399 \times 10^{-3}t^2$
	<i>Cenizas Cpas</i> = $1,0926 \times 10^3 + 1,8896t - 3,6817 \times 10^{-3}t^2$

Nota: Adaptado de Mwape,*et al.*, 2023.

RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Análisis Bromatológicos de la pasta tipo laminada

3.1.1 Humedad relativa

En cuanto a los valores captados de humedad en las tres muestras preliminares se observa una estrecha varianza en los porcentajes de las réplicas, Los valores promedio

conseguidos en el control de humedad tomados en un intervalo de 1 a 2 días después del secado de la pasta se observa en la Tabla 8

Tabla 11 Porcentaje de humedad en la pasta

Muestra	Dia	% Humedad
	0	5,60
F1	1	6,99
	2	7,91
	0	6,40
F2	1	7,03
	2	7,20
	0	8,47
F3	1	8,80
	2	8,19

Los resultados del análisis de humedad en la pasta laminada elaborada registraron valores promedio entre 6 % y 8,5 %, encontrándose dentro de los parámetros establecidos por la normativa <<NTE INEN 1375:2014>>, la cual especifica un contenido máximo de humedad del 12% para pastas alimenticias. Los valores obtenidos demuestran que el producto desarrollado cumple satisfactoriamente con los estándares de calidad nacionales, presentando incluso un contenido de humedad significativamente inferior al límite máximo permisible, lo cual podría contribuir favorablemente a su estabilidad durante el almacenamiento.

3.1.2 Cenizas

Las cenizas analizadas en las muestras de pasta tipo laminada con sustitución parcial de almidón de oca infirieron los siguientes datos en los pesos después de la calcinación a 550 °C, M_1 : 35,82 g; M_2 :28,29 g, para llegar al %cenizas se hizo uso de un modelo matemático estandarizado.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de cenizas (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} * 100$$

Peso de cenizas: P2-P1

- P1: Peso de muestra calcinada
- P2: Peso del crisol vacío

$$\% \text{ Ceniza } M_1 = \frac{\text{Peso de cenizas } M_1 \text{ (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} * 100$$

$$\% \text{ Ceniza } M_1 = \frac{0,0256 \text{ g}}{3,0133 \text{ g}} * 100$$

$$\% \text{ Ceniza } M_1 = \frac{0,0256 \text{ g}}{3,0133 \text{ g}} * 100$$

$$\% \text{ Ceniza } M_1 = 0,85\%$$

$$\% \text{ Ceniza } M_2 = \frac{\text{Peso de cenizas } M_2 \text{ (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} * 100$$

$$\% \text{ Ceniza } M_2 = \frac{0,0294 \text{ g}}{3,0229 \text{ g}} * 100$$

$$\% \text{ Ceniza } M_2 = 0,97\%$$

$$\text{Media: } \frac{0,85+0,97}{2} = 0,91\%$$

Según (*NTE INEN 1375:2000*) indica que los parámetros bromatológicos aceptables para productos farináceos con formulaciones en donde la sémola de trigo duro conforme el 50 % en tal caso este debe presentar un porcentaje de cenizas de 0,90 %, dentro del análisis sometido a la pasta con sustitución parcial de almidón de oca este se comportó en la primera muestra con un valor aceptable dentro del rango permisible siendo de 0,85 % < 0,90 % y la muestra dos siendo de 0,97 > 0,90. En donde la media de estos dos datos captados refleja un valor del 0,91 % del porcentaje promedio del producto analizado.

3.1.3 Análisis de grasa total

El análisis de grasa total en la pasta elaborada con sustitución parcial de almidón de oca reveló porcentajes de 2,947 % y 3,362 %, con un promedio de 3,1545 %. Estos resultados, obtenidos mediante extracción Soxhlet con acetato de etilo, se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1375, que establece un rango de 2 - 5 % para contenido graso en pastas alimenticias. La ecuación utilizada para la determinación del porcentaje de grasa se detalla a continuación; así mismo los resultados del porcentaje de grasa se puede observar en la tabla 12.

$$\%G = \frac{m_2 - m_1}{M} * 100$$

Donde:

M= Masa de la muestra

m_1 = masa del balón de fondo redondo vacío (g)

m_2 = masa del matraz de fondo redondo con grasa (g)

La variabilidad observada entre muestras puede atribuirse a heterogeneidades inherentes del proceso de producción y composición del almidón de oca. Estudios recientes respaldan que tales fluctuaciones son comunes en productos con sustituciones parciales de harinas.

El método analítico empleado, con una extracción de 7 horas y procesos de rotavapor de 22 y 53 minutos para cada muestra, garantiza la precisión en la determinación del contenido lipídico. El uso de acetato de etilo como solvente representa una técnica eficiente y segura para la extracción de grasas.

Desde una perspectiva nutricional, el bajo porcentaje graso sugiere un producto potencialmente apto para dietas controladas, manteniendo una estabilidad nutricional adecuada. La consistencia de los resultados con normativas vigentes y literatura científica reciente avala la calidad del producto desarrollado.

Tabla 12 Porcentaje de grasa total de la pasta

Muestra	Peso muestra (g)	Cantidad (%)
M1	5,1473	2,947
M2	5,1774	3,362

3.1.4 Análisis de proteína

La determinación cuantitativa de proteína se realizó en una muestra de pasta laminada elaborada mediante sustitución parcial de harina de trigo con almidón nativo de oca. El análisis fue ejecutado en el laboratorio NEMELAB empleando el método Kjeldahl (método oficial AOAC 2001.11), el cual determina el contenido de nitrógeno total que posteriormente se convierte a proteína cruda mediante el factor de conversión 5.7,

específico para cereales y derivados. Los resultados obtenidos arrojaron un valor proteico de 8,19 %. Según los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1375:2000 (Pastas alimenticias o fideos - Requisitos), la cual establece un contenido proteico mínimo de 10,5 % en base seca, se evidencia que la formulación analizada presenta una deficiencia significativa en su perfil proteico.

Esta reducción en el contenido de proteína puede atribuirse a la sustitución parcial de harina de trigo por almidón nativo de oca, considerando que el almidón es un polisacárido carente de fracciones proteicas significativas. Estos resultados son similares a los reportados por (Mohamed & Bin, 2011), quienes encontraron una disminución significativa del contenido proteico (9,2 %) en pastas elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo por otros almidones. De manera similar, Jin *et al.*, (2024) evidenciaron que la incorporación de almidones nativos en formulaciones de pasta reduce el contenido proteico entre un 15 - 20 % en comparación con pastas tradicionales elaboradas 100 % con sémola de trigo duro, las cuales típicamente contienen entre 12-13 % de proteína.

La disminución del contenido proteico podría impactar directamente en las propiedades reológicas y funcionales de la pasta, particularmente en la formación de la red de gluten, afectando a la textura y calidad del producto final. (Marti, 2022) menciona que pastas con contenido proteico inferior al 10 % presentan una reducción significativa en la firmeza y elasticidad del producto cocido, así como un aumento en las pérdidas por cocción. En la Tabla 14 se presentan los valores detallados del contenido de nitrógeno total y proteína cruda obtenidos mediante el análisis proximal de la muestra.

Tabla 13 Análisis de proteína

N total (%)	Proteína (%)
1,31	8,19

Nota: Datos obtenidos mediante los análisis mediante el método kjeldahl..

3.1.4 Análisis de fibra bruta

La determinación del contenido de fibra bruta en la muestra de fideo laminado mediante el método gravimétrico, aplicando la ecuación

$$FB = \frac{(P1 - P2)}{PM} * 100$$

Tabla 14 Datos aplicados en el modelo matemático y resultado de fibra bruta

Parámetro	Valor
Peso de la muestra inicial (PM)	2,000 ± 0,001 g
Peso después de digestión (P1)	0,252 ± 0,001 g
Peso después de incineración (P2)	0,250 ± 0,001 g
Fibra bruta (FB)	0,10 ± 0,01 %

Nota: Datos obtenidos mediante los análisis con el método *NTE INEN*

522:2013.

Donde los valores obtenidos demuestran una concentración de fibra bruta de 0,10% ± 0,01%, resultado que se encuentra dentro de los rangos esperados para productos derivados de cereales sometidos a procesos de refinación bajo las condiciones experimentales establecidas en la norma *NTE INEN 522:2013* con el método interno de Multianalytica S.A.MFQ-06.

3.1.5 Hidratos de carbono

Según Castelblanque Yuste. (2016). Los niveles de carbohidratos alcanzaron un 25,85%, caracterizándose por ser una pasta rica en grasas pero con bajo contenido proteico. La pasta tipo laminada tiene un contenido de hidratos de carbono de 80.83%, esto sucita debido a la cantidad de hidratos de carbono que tiene la oca que es de 13%

3.2 Análisis de varianza

3.2.1 UNIFORMIDAD DE COLOR

Tabla 15 Análisis de varianza de uniformidad de color

Fuente	GL	SCAjust	MCAjust	Valor F	Valor p
Muestra	1	1,687	1,6875	2,62	0,119
Panelistas	23	12,979	0,5643	0,88	0,623
Error	23	14,812	0,6440		
Total	47	29,479			

Se observa que tanto para el factor muestra $p = 0,119 > 0,05$ como para panelistas $p = 0,623 > 0,05$ no existen diferencias estadísticamente significativas, lo que significa que los panelistas no encontraron diferencias perceptibles en la uniformidad entre la pasta comercial y la pasta analizada, mostrando una aceptación similar para ambas muestras.

3.2.2 FIRMEZA

Tabla 16 Análisis de varianza de firmeza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	1	11,02	11,021	8,32	0,008
Panelistas	23	23,81	1,035	0,78	0,721

Error	23	30,48	1,325
Total	47	65,31	

El atributo de firmeza, se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el factor muestra $p = 0,008 < 0,05$, mientras que para los panelistas $p = 0,721 > 0,05$ no existe diferencia significativa, lo cual indica que los panelistas pudieron detectar una diferencia clara en la firmeza entre ambas pastas, aunque mantuvieron consistencia en sus evaluaciones.

3.2.3 SUAVIDAD

Tabla 17 Análisis de varianza de suavidad

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	1	1,333	1,333	1,07	0,312
Panelistas	23	37,667	1,638	1,31	0,259
Error	23	28,667	1,246		
Total	47	67,667			

Los resultados indican que no existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor muestra $p = 0,312 > 0,05$ como para panelistas $p = 0,259 > 0,05$, lo que significa que los panelistas percibieron un nivel similar de suavidad en ambas muestras, indicando una aceptación equivalente para este atributo.

3.2.4 ADHERENCIA

Tabla 18 *Análisis de varianza de la adherencia*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	1	1,333	1,333	1,07	0,312
Panelistas	23	37,667	1,638	1,31	0,259
Error	23	28,667	1,246		
Total	47	67,667			

Se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor muestra $p = 0,312 > 0,05$ como para panelistas $p = 0,259 > 0,05$, lo que indica que los panelistas encontraron características de adherencia similares entre la pasta comercial y la pasta analizada, con un nivel de aceptación comparable.

3.2.5 SABOR

Tabla 19 *Análisis de varianza de sabor*

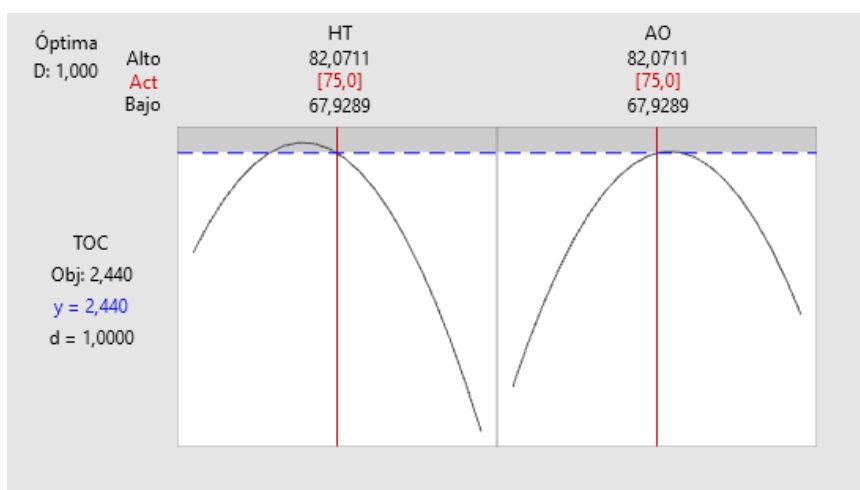
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	1	0,3333	0,3333	0,24	0,627
Panelistas	23	19,0000	0,8261	0,60	0,886
Error	23	31,6667	1,3768		
Total	47	51,0000			

Los resultados muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor muestra $p = 0,627 > 0,05$ como para panelistas $p = 0,886 > 0,05$, lo que significa que los panelistas no detectaron diferencias significativas en el sabor entre ambas muestras, sugiriendo una aceptación similar para las dos pastas evaluadas.

3.3 Propiedades térmicas

La determinación del tiempo óptimo de cocción se llevó a cabo mediante el uso de un termómetro y vasos de precipitación, siguiendo un procedimiento basado en la observación de la textura de la pasta. En base a los resultados obtenidos del tiempo óptimo de cocción se empleó un optimizador de respuesta como lo refleja en la figura 3.

Figura 3 Optimización de respuesta



Se observa los valores que se permite alcanzar de harina de trigo y almidon de oca con un tiempo óptimo de cocción de 2,44 minutos según las indicaciones del programa. La figura refleja valores 75,0g harina de trigo y 75,0g de almidón de oca, en la tabla 20 se detalla en unidad de porcentaje (%).

Tabla 20 Porcentaje de harina de trigo y almidon de oca

MATERIA PRIMA	PESO (g)	CANTIDAD (%)
Harina de trigo	75	50
Almidón de oca	75	50

El tiempo óptimo se estableció en el momento en que desaparecía el color blanco en el borde de la pasta después de someterla a compresión entre dos láminas de cristal. Como

resultado de este análisis, se determinó que el tiempo óptimo de cocción fue de 2,44 minutos, asegurando una textura adecuada y una cocción homogénea del producto. Esta notable reducción en el tiempo de cocción en comparación con las pastas a las que se agregan distintos componentes, como lo menciona Martínez *et al.*, (2018). Se atribuye fundamentalmente a las características particulares de los componentes amiláceos presentes en la formulación. La dinámica de hidratación acelerada observada sugiere una modificación significativa en la estructura del almidón, facilitando la penetración del agua durante el proceso térmico. El tiempo registrado de 2,4 minutos demuestra una optimización en la absorción de agua, lo que resulta en una gelatinización más eficiente

La evaluación de las propiedades térmicas de la pasta tipo laminada se llevó a cabo en distintas fases del proceso, permitiendo una caracterización detallada de su comportamiento térmico. Los resultados obtenidos indicaron que la conductividad térmica (K) alcanzó un valor de 1,64 W/(m·°C), mientras que la densidad (ρ) se determinó en 6349,68 kg/m y la capacidad calorífica específica (Cp) se obtuvo 12657,64 J/(kg·°C). Estos parámetros se detallan en la tabla 21 contribuyendo a la optimización de las condiciones térmicas para garantizar la calidad final del producto.

Tabla 21 Propiedades térmicas de la pasta laminada

Parámetros	Unidades	Valor determinado
Conductividad térmica	(K) W/ (m· °C)	1.64
Densidad	(ρ) kg/m ³	6349.68
Calor específico	(Cp) J/(kg·°C).	12657.64

En concordancia con investigaciones previas, estos resultados presentan similitudes significativas con el estudio de (González-Cervantes, 2022), quien en su análisis de caracterización fisicoquímica y funcional de una pasta elaborada con sémola de trigo y harina de hongo huitlacoche (*Ustilago maydis*), Además, la conductividad

térmica obtenida en este estudio se encuentra dentro del intervalo de similitud y aceptación, sugiriendo una estabilidad térmica comparable con productos alimenticios tradicionales.

El análisis térmico mostró que la conductividad térmica (K) alcanzó un valor de $1.64 \text{ W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$, mientras que la densidad (ρ) y la capacidad calorífica específica (C_p) fueron de $6349.68 \text{ kg}/\text{m}^3$ y $12657.64 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$, respectivamente. Según el estudio de (Yuste, 2016) se analizaron las temperaturas y energías de gelatinización mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), obteniendo un rango de temperaturas de gelatinización entre 61 y 78°C , con una reducción progresiva en la energía de gelatinización a medida que aumentaba el tiempo de cocción, estos hallazgos son consistentes con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se observó que a mayor tiempo de cocción, la pasta requería menos energía térmica para completar la gelatinización, lo que sugiere una mayor eficiencia en la transferencia de calor. Esto está directamente relacionado con la capacidad de la matriz estructural de la pasta para retener y transferir calor, lo que se ve reflejado en la conductividad térmica y en la densidad obtenida.

(Yuste, 2016) se reportó que al aumentar la cantidad de harina de chufa en la formulación, la pasta presentaba dos transiciones de fase térmica, lo que indicaba la presencia de complejos amilosa-lípido o una gelatinización diferenciada del almidón de chufa. En este estudio, aunque no se analizaron transiciones de fase específicas, los valores obtenidos de capacidad calorífica y conductividad térmica sugieren que la formulación utilizada tiene una alta eficiencia en la absorción y transferencia de calor. La comparación con estudios previos permite validar que la formulación utilizada en este estudio sigue un comportamiento térmico similar al de pastas con ingredientes alternativos, lo que confirma que la optimización térmica está fuertemente influenciada por la composición y la estructura del material (González, 2014).

CONCLUSIONES

En la investigación se demostró que la sustitución parcial de harina de trigo por almidón nativo de oca (*Oxalis tuberosa*) en la elaboración de pasta tipo laminada es una alternativa viable, manteniendo propiedades térmicas y sensoriales aceptables. Sin embargo, se observó una reducción en el contenido proteico, con un valor de 8.19%, inferior al mínimo requerido por la normativa <<10.5%>>, lo que podría afectar la calidad nutricional del producto final.

Respecto a lo bromatológico, los análisis indicaron que la pasta formulada presentó un contenido de humedad entre 6% y 8.5%, dentro de los límites permitidos por normativas vigentes, asegurando su estabilidad durante el almacenamiento. Además, el contenido de grasa promedio de 3.15% se mantuvo dentro de los valores adecuados para pastas alimenticias, lo que sugiere que la incorporación de almidón de oca no altera significativamente la composición lipídica del producto.

En cuanto a las propiedades térmicas, la pasta laminada desarrollada presentó una conductividad térmica de $1.64 \text{ W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$, una densidad de $6349.68 \text{ kg}/\text{m}^3$ y una capacidad calorífica específica de $12657.64 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$, lo que indica una adecuada estabilidad estructural durante la cocción. Estos valores reflejan una eficiente transferencia de calor, permitiendo un tiempo de cocción óptimo de 2.4 minutos, lo que representa una ventaja en términos de preparación y consumo.

Las pruebas sensoriales mostraron que no hubo diferencias significativas en atributos como color, suavidad, adherencia y sabor en comparación con una pasta comercial. Sin embargo, se identificó una menor firmeza en la pasta con almidón de oca, lo que podría atribuirse a la menor cantidad de proteínas en la formulación, afectando la formación de la red de gluten y la textura final del producto.

Los hallazgos obtenidos resaltan el potencial del almidón de oca como un ingrediente funcional en la industria alimentaria, permitiendo la diversificación de productos a base de cereales y el aprovechamiento de cultivos andinos subutilizados. Además, su incorporación en formulaciones de pasta representa una estrategia viable para reducir la dependencia del trigo y fomentar el desarrollo de productos innovadores con identidad regional.

RECOMENDACIONES

A fin de garantizar la calidad y estabilidad de la pasta laminada con sustitución parcial de almidón de oca, se recomienda utilizar envases fabricados con fibra de cartón que inhiban la evolución microbiológica susceptible de alterar su composición fisicoquímica y atributos organolépticos bajo diversas condiciones de almacenamiento. Adicionalmente, la selección del empaque resulta fundamental para preservar su contenido de humedad y consistencia. La implementación de contenedores de cartón con revestimientos de barrera constituye una solución efectiva, dado que reduce al mínimo la ganancia de humedad y protege el producto contra la absorción de humedad externa. Tales envases facilitan el mantenimiento de la estructura de la pasta y prolongan su grado de frescura, asegurando una conservación óptima sin comprometer su calidad, permitiendo que con este envase de barrera se prevenga que la humedad relativa de la pasta y que exceda los parámetros admisibles establecidos en la normativa técnica de pastas secas NTE INEN 1 375:2000 que es del 14 % de humedad relativa.

En la formulación de pasta laminada con sustitución parcial de almidón de oca y harina de trigo, se empleó la Metodología de Superficie de Respuesta *MSR* para optimizar las proporciones de los ingredientes, los resultados indicaron que el contenido proteico del producto final no cumplió con los parámetros bromatológicos establecidos en la normativa <<NTE INEN 1 375:2000>> ($8,19 < 10,7$) para formulaciones con mezcla con mínimo 50 % de sémola de trigo, debido a que el almidón de oca posee un bajo contenido de proteínas. Se recomienda ajustar las proporciones de sustitución, disminuyendo el porcentaje de almidón de oca y aumentando la proporción de harina de trigo o incorporando otras fuentes proteicas alternativas, con el propósito de alcanzar un equilibrio óptimo que garantice el cumplimiento de los estándares nutricionales y preserve las propiedades sensoriales deseadas en el producto final.

En el desarrollo de la pasta con sustitución parcial de almidón de oca, se determinó un tiempo de cocción óptimo *TOC* de 2,25 minutos, lo cual representa un intervalo significativamente más reducido en comparación con las pastas tradicionales, que típicamente requieren hasta 15 minutos de cocción en agua hirviendo. Esta notable disminución del tiempo de preparación se fundamenta en el mayor contenido de almidón de la formulación, donde el almidón de oca actúa como un catalizador que facilita la gelatinización y la absorción de agua, dinamizando consecuentemente el proceso de cocción., se sugiere que el tiempo de cocción sea con un tiempo máximo de 5 minutos por 100°C para un mejor resultado en su textura.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Areche, O. F., Aguirre, H. I., & Ticsihua, H. J. (18 de Diciembre de 2020). Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.) Mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*. <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/84/218>
- Baño, D. (2021). Evaluación nutricional de la oca, mashua, quinua y avena para su uso en la elaboración de muesli. <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/15542/1/27T00495.pdf>
- Caiza, C. (2010). Elaboracion y valorizacion de tres productos alternativos a base de oca (*oxalis tuberosa*) para escolares del proyecto runa kawsay. Escuela Politecnica del Chimborazo. <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/729/1/56T00247.pdf>
- Cardoso, Fernandes, Heleno, Rodrigues, González, Barros, & Ferreira. (2019). Cardoso, R. V. C., Fernandes, Â., Heleno, S. A., Rodrigues, P., González-Paramás, A. M., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2019). Physicochemical characterization and microbiology of wheat and rye flours. *Food Chemistry*, 280, 123–129. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.12.063>
- Castelblanque Yuste, E. M. (2016). Propiedades reológicas y térmicas de pasta fresca a base de harina de chufa y goma xantana. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/76587/CASTELBLANQUE%20-%20Propiedades%20reol%C3%B3gicas%20y%20t%C3%A9rmicas%20de%20formulaciones%20de%20pasta%20fresca%20a%20base%20de%20hari....pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Martínez-Bustos, F., & Martínez-Flores, H. E. (2021). Evaluación física y sensorial de pastas hechas con mezclas de harinas de trigo y huitlacoche. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 20(1), 123-134. <https://doi.org/10.24275/rmiq/Alim1234>
- Castro-Mendoza, M. P., Palma-Rodriguez, H. M., Heredia-Olea, E., Hernández-Uribe, J. P., López-Villegas, E. O., Serna-Saldivar, S. O., & Vargas-Torres, A. (2019).

Characterization of a Mixture of Oca (*Oxalis tuberosa*) and Oat Extrudate Flours: Antioxidant and Physicochemical Attributes. *Journal of Food Quality*, 2019(1), 1238562. <https://doi.org/10.1155/2019/1238562>

Cruz, & Wilbert. (2018). Analisis de la diversidad morfologica y estructura genetica de oca cultivadas (*oxalis tuberosa* mol.) Universidad Nacional Federico Villarreal. <https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/2722/Cruz%20Hilacundo%20Wilbert%20Eddy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Flores, D. (2011). Recopilación de saberes ancestrales sobre las especies andinas alimenticias: mashua (*Tropaeolum Tuberosum*), melloco (*Ullucus Tuberosus*), oca (*Oxalis Tuberosa*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) en la comunidad de Pesillo, Cayambe – Ecuador - 2010. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4596>

Franco, C., Andrade, V., & Baldeón, S. (2021). Identificación de modelos de producción sostenible de alimentos en el cantón Pillaro como aporte a la soberanía alimentaria. *SciELO*. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292021000300125>

Giannone V, Giarnetti M, Spina A, Todaro A, Pecorino B, Summo C, Caponio F, Paradiso VM, Pasqualone A. Physico-chemical properties and sensory profile of durum wheat Dittaino PDO (Protected Designation of Origin) bread and quality of re-milled semolina used for its production. *Food Chem*. 2018 Feb 15;241:242-249. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.08.096.

Gomez, M., Nieto, E., Moscoso, E., & Nelson, L. (24 de Noviembre de 2023). Actividades de innovación en el sector alimentos y bebidas de Ecuador: un modelo probabilístico. *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9418388.pdf>

González-Cervantes, M. E. (2022). Caracterización fisicoquímica y funcional de una pasta elaborada con sémola de trigo y harina de hongo huitlacoche (*Ustilago maydis*). 7, 172–178. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume7/7/8/29.pdf>

González, L. (2014). Evaluacion de las propiedades fisicoquimicas de pastas con bajo contenido de gluten elaboradas a partir de semola de trigo complementadas con harina de chayotlextle. <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/3742>

- Gualoto Miranda, B. S. (2021). Evaluación nutricional de la oca, mashua, quinua y avena para su uso en la elaboración de muesli (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15542/1/27T00495.pdf>
- Cornell, H., & Hovelings, A. (2020). *Wheat: Chemistry and Technology*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780367812713>
- INEC. (2021). Programa Nacional de Estadística 2021-2025. . En 2. INEC, Programa Nacional de Estadística 2021-2025. (pág. 3).
- Jin, R., Li, Y., Guo, X., & Zhu, K. (Mayo de 2024). A Review of the Impact of Starch on the Quality of Wheat-Based Noodles and Pasta: From the View of Starch Structural and Functional Properties and Interaction with Gluten. MDPI. doi:<http://dx.doi.org/10.3390/foods13101507>
- Kumar, Amarjeet, & Prasad. (2017). Kalyani publishers. *Wheat Cytogenetics*: https://www.researchgate.net/profile/Axay-Bhuker/publication/346934775_Chapter_Seed_Production_Technology_of_Wheat_in_Book_entitled_Wheat_A_premier_Food_Crop/links/5fd2ff87299bf188d40b111c/Chapter-Seed-Production-Technology-of-Wheat-in-Book-entitled-Wheat
- León Marrou, M. E., Ydilbrando Villacorta González, M., & Pagador Flores, S. E. (2011). Composición química de “oca” (*Oxalis tuberosa*), “arracacha” (*Arracacia xanthorrhiza*) y “tarwi” (*Lupinus mutabilis*). Formulación de una mezcla base para productos alimenticios. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(2), 239–252. <https://www.researchgate.net/publication/299264569>
- Liu, L., & Tsao, R. (2019). Bioactivity of Phenolics and Flavonoids from Wheat (*Triticum aestivum* L.) Bran. En J. M. Mérillon & K. G. Ramawat (Eds.), *Bioactive Molecules in Food* (pp. 369–410). Springer. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811508-4.00017-4>
- Sissons, M. (2022). Development of Novel Pasta Products with Evidence Based Impacts on Health—A Review. *Foods*, 11(1), 123. <https://doi.org/10.3390/foods11010123>
- Criollo Feijoo, J. L., Martínez Mora, E. O., Silverio Calderón, C. E., & Díaz Torres, R. (2018). Pruebas de cocción de pastas alimenticias elaboradas con harina de trigo

- almidón de banano. *Cumbres*, 4(1), 63–73.
<https://doi.org/10.48190/cumbres.v4n1a6>
- Obadi, M., & Xu, B. (2021). Review on the physicochemical properties, modifications, and applications of starches and its common modified forms used in noodle products. *Food Hydrocolloids*, 112, 106286.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106286>
- Mora, A. C., Restrepo, P., Gutiérrez B., R. H., & Hernández G., M. S. (2012). Análisis bromatológico y sensorial de pastas alimenticias compuestas con inclusión de quinua. *Vitae*, 19(1), S412–S414.
<https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914129.pdf>
- Morillo C., A. C., Morillo C., Y., & Leguizamo M., M. F. (2019). Caracterización morfológica y molecular de *Oxalis tuberosa* Mol. en el departamento de Boyacá. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21(1), 18–28.
<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.57356>
- Mwewa, M. C., Parmar, A., Roman, F., Azouma, Y. O., Emmambux, N. M., & Hensel, O. (2023). Determination and modeling of proximate and thermal properties of de-watered cassava mash (*Manihot esculenta* Crantz) and gari (gelatinized cassava mash) traditionally processed (in situ) in Togo. *Energies*, 16(19), Artículo 6836.
<https://doi.org/10.3390/en16196836>
- Quezada-Correa, L., Contreras-Dioses, O., Martínez-Mora, O., Gómez-Aldapa, C., Ramírez-Moreno, E., & Cuenca-Mayorga, F. (2021). Thermal and functional properties of starch extracted from tubers cultivated in the Ecuadorian Andean region. *Acta Agriculturae Slovenica*, 117(2), 1–9.
<https://doi.org/10.14720/aas.2021.117.2.1755>
- Kumar, R., & Khatkar, B. S. (2017). Thermal, pasting and morphological properties of starch granules of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Journal of Food Science and Technology*, 54(8), 2403–2410. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2681-x>
- Roman, Barroso, Cruz, -Blacido, Silva, & Jáuregu. (2021). WILEY. Retrieved from El proceso de recocido mejora las propiedades físicas, funcionales, térmicas y reológicas del almidón.

- Salazar, D., Acurio, L., Pérez, L., Valencia, A., & Cuzco, J. (2015). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por achogcha (*Cyclanthera pedata*) en la elaboración de pastas tipo tallarín. *Agroindustrial Science*, 5(2), 103–108. <https://doi.org/10.17268/agroind.science.2015.02.02>
- Šporin, M., Avbelj, M., Kovač, B., & Smole Možina, S. (2018). Quality characteristics of wheat flour dough and bread containing grape pomace flour. *Food Science and Technology International*, 24(3), 251–263. <https://doi.org/10.1177/1082013217745398>
- Surco, L. F., & Nieto, C. A. J. (2004). Evaluación del contenido de minerales de *Lepidium meyenii* (Maca) natural boliviana. *Revista Boliviana de Química*, 32(1), 1–9. https://www.academia.edu/download/38635829/Surco_lf.pdf
- Tanamati, A. A. C., Tanamati, A., & Ganzaroli, J. F. (2010). Comparative study of total lipids extraction methods in vegetable and animal samples. *Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos*, 1(2), 73–77. <http://dx.doi.org/10.14685/rebrapa.v1i2.19>
- Thakur, S., & Thakur, S. (2019). Pulse flour characteristics from a wheat flour miller's perspective: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(5), 888–902. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12413>
- Castelblanque Yuste, E. M. (2016). Propiedades reológicas y térmicas de formulaciones de pasta fresca a base de harina de chufa y goma xantana (Trabajo de fin de grado). Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/76587>
- Zhao, X., Kornas, A., & Wang, S. (2020). Recent developments in applications of nanomaterials for sample preparation in food analysis. *Carbohydrate Polymers*, 229, 115550. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115550>
- Marti, A., Marengo, M., Bonomi, F., Fongaro, L., Pagani, M. A., & Iametti, S. (2021). Assessing the rheological properties of durum wheat semolina: A review. *Foods*, 10(12), 2947. <https://doi.org/10.3390/foods10122947>
- Ahmed, M. A., Scanlon, M. G., & Page, J. H. (2021). Effect of kernel size and its potential interaction with genotype on key quality traits of durum wheat. *Foods*, 10(12), 2992.

<https://doi.org/10.3390/foods10122992>

Shewry, P. R., & Hey, S. J. (2023). Wheat quality: A review on chemical composition, nutritional attributes, grain anatomy, types, classification, and function of seed storage proteins in bread making quality. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1053196.

<https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1053196>

Hanson, H., Borlaug, N. E., & Anderson, R. G. (2021). *Wheat in the third world*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429267505>

ANEXOS

Anexo 1 . Obtencion de materia prima



Anexo 2. Proceso de lavado de la materia prima



Anexo 3. Proceso de pelado de la materia prima



Anexo 4. Licuado de la materia prima



Anexo 5. Filtrado del bagazo de oca



Anexo 6. Precipitado del almidón de oca



Anexo 7. Disgregado de solución de ácido ascórbico



Anexo 8. Proceso final de disgregado



Anexo 9. Almidón colocado en bandejas de aluminio para el proceso de secado



Anexo 10. Almidón seco transcurridas las 5 horas



Anexo 11. Molturado del almidón



Anexo 12. Análisis de humedad del almidón



Anexo 13. Evaluación sensorial (Hoja de Cata).

Fecha: _____ Nombre de panelista: _____ Hora: _____

Instrucciones:

1. Frente a usted hay dos muestras de lasaña codificadas.
2. Pruebe las muestras en el orden presentado, de izquierda a derecha.
3. Entre muestras, tome agua y espere 15 segundos.
4. Evalúe cada atributo según la escala de intensidad proporcionada.
5. Marque con una X en el número que mejor describa la intensidad de cada atributo.

Escala de Intensidad

- 1 = **Muy baja**
 2 = **Baja**
 3 = **Media**
 4 = **Alta**
 5 = **Muy alta**

Muestra: R522

Atributo	1	2	3	4	5
Uniformidad del color					
Firmeza					
Suavidad					
Adherencia					
Sabor característico					

Muestra: G832

Atributo	1	2	3	4	5
Uniformidad del color					
Firmeza					
Suavidad					
Adherencia					
Sabor característico					

Anexo 14. Resultado del análisis de proteína de la pasta laminada

**NEMALAB S.A.**

En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP

e-mail: nemalab@lapavic.com.ec

15/01/2025

Página 1

KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA) S/N Y GRUPO BOLIVAR, EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. 0997650254 Fax:

Cliente: PAGALO KEVIN y ZAMBRANO ANTHONY	Documento No: 00063398
Remitente: SRS.PAGALO Y ZAMBRANO	Fecha de Muestreo: 13/01/2025
Propiedad: TRABAJO DE TITULACION	Fecha de Ingreso: 13/01/2025
Localización:	Fecha de Salida: 15/01/2025
Sitio	Parroquia
	MACHALA
	Cantón
	EL ORO
	Provincia

Resultados de Análisis Químico de: ANALISIS DE PROTEINA				
Cód. Muestra	No. de Muestra	Identif. de Muestra	%	
			N Total	Proteína
4672	1	PASTA TIPO LAMINADO	1.31	8.19

Metodología Utilizada:
Nitrógeno: Micro Kjeldahl

Nemalab S.A. realiza únicamente el análisis químico de la muestra.
Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.

* Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.

Anexo 15. Resultado de análisis de fibra de la pasta laminada



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.108000a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	---
Dirección:	CDLA. LA PRIMAVERA # 2
Teléfono:	0989306111

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Fideo laminado		
Lote:	---	Contenido declarado:	250g
Fecha de elaboración:	---	Fecha de vencimiento:	---
Fecha de recepción:	2025/01/21	Hora de recepción:	14:26:19
Fecha de análisis:	2025/01/22	Fecha de emisión:	2025/01/24
Material de envase:	Funda Plástica		
Toma de muestra realizada por:	El cliente		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO FISCOQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Fibra bruta	0.10	%	MFQ-06	NTE INEN 522:2013/ Gravimetría

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis. Posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quím. Mercedes Parra
Jefe División Físico Químico -
Instrumental



JORGE ERAZO N50-109 Y CRISTOBAL SANDOVAL - EL PINAR - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
(02) 330 0247, 330 0674, 095 885 0928, 099 428 8140 / informes@multianalityca.com

Anexo 16. Pasta tipo laminada de almidón nativo de oca (*oxalis tuberosa*) con sustitución parcial de harina de trigo.

