

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



TESIS:

**Formulación y elaboración de hojuelas de quinua con adición de
cáscara deshidratada en trozos de piña (*Ananas comosus*) y su
evaluación fisicoquímica y sensorial**

Para obtener el título profesional de:
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:
Bach. Tania PEREZ MENDOZA

ASESOR:
Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A mi querida familia, quienes han sido mi pilar fundamental a lo largo de este viaje. Valoro mucho las lecciones de vida que me han impartido y por el cariño que siempre me han brindado. Gracias por su amor incondicional, su apoyo constante y por creer en mí en cada paso del camino. Este logro es tan suyo como mío, porque sin ustedes no hubiera sido posible.

AGRADECIMIENTO

A mi alma máter la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

A los docentes de la escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por compartir sus conocimientos, experiencias y orientaciones.

A mi asesor, Dr. Antonio Jesús Matos Alejandro, por su orientación y paciencia durante este proceso. Gracias por compartir su conocimiento y motivarme a dar lo mejor de mí en cada etapa. Su guía ha sido clave en la culminación de este proyecto, y le estaré siempre agradecida.

A mis familiares, por su apoyo inquebrantable, celebrando mis logros y dándome fuerza en los momentos difíciles.

A mis amigas y amigos, por estar presente en cada momento, brindándome su apoyo, risas y palabras de aliento. Gracias por los días de estudio compartidos, las charlas interminables.

RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica y sensorial de la hojuela de quinua con la adición de cáscara deshidratada en trozos de piña (*Ananas comosus*). Se llevó a cabo un estudio aplicativo con 13 tratamientos que variaron en los porcentajes de hojuelas de quinua y cáscara de piña deshidratada. Para el análisis de los resultados, se utilizó un diseño compuesto central rotatable (DCCR) y una prueba de significancia al 5% para evaluar las propiedades fisicoquímicas de los tratamientos. El tratamiento T₁₃, compuesto por 88% de hojuelas de quinua y 23,31% de cáscara de piña deshidratada, fue el que sobresalió estadísticamente, presentando 4,02% de humedad, 0,214% de acidez, 7,51% de fibra cruda y 11,33% de proteína, lo que indica que esta formulación ofrece las mejores características nutricionales.

En cuanto al análisis sensorial, también se utilizó el diseño compuesto central rotatable, el cual fue llevado a cabo con 30 panelistas no entrenados, mediante una prueba afectiva con escala hedónica de 7 puntos. El tratamiento T₁₃ obtuvo los mejores puntajes en los atributos de color, olor, sabor y aspecto, demostrando una alta aceptación por parte de los consumidores. No obstante, los tratamientos T₄, T₅, T₆, T₇, T₈, T₁₀ y T₁₂ también mostraron resultados estadísticamente similares con valores sensoriales aceptables.

Palabra clave: Quinua, hojuela, piña, cáscara, deshidratada.

ABSTRACT

This research work aimed to evaluate the physicochemical and sensory quality of quinoa flakes with the addition of dehydrated peel in pieces of pineapple (*Ananas comosus*). An application study was carried out with 13 treatments that varied in the percentages of quinoa flakes and dehydrated pineapple peel. For the analysis of the results, a rotatable central composite design (CRCD) and a significance test at 5% were used to evaluate the physicochemical properties of the treatments. Treatment T₁₃, composed of 88% quinoa flakes and 23,31% dehydrated pineapple peel, was the one that stood out statistically, presenting 4,02% humidity, 0,214% acidity, 7,51% crude fiber and 11,33% protein, which indicates that this formulation offers the best nutritional characteristics.

Regarding the sensory analysis, the central rotatable composite design was also used, which was carried out with 30 untrained panelists using an affective, test with a 7-point hedonic scale. The T₁₃ treatment obtained the best scores in the attributes of color, smell, flavor and appearance, demonstrating high acceptance by consumers. However, treatments T₄, T₅, T₆, T₇, T₈, T₁₀ and T₁₂ also showed statistically similar results with acceptable sensory values.

Keywords: Quinoa, flake, pineapple, peel, dehydrated.

Índice general

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
GENERALIDADES	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1.Problema General.....	3
1.2.2.Problemas Específicos	3
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1.Objetivo General	3
1.3.2.Objetivos Específicos	3
1.4. HIPÓTESIS	3
1.4.1.Hipótesis General.....	3
1.4.2.Hipótesis Específicas.....	3
1.5. VARIABLES E INDICADORES.....	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.1.1.Antecedentes Internacionales	5
2.1.2.Antecedentes Nacionales	6
2.2. QUINUA.....	7
2.2.1.Composición de la quinua.....	8
2.2.2.Variedad	9
2.2.3.Hojuela de quinua	10
2.2.4.Norma Técnica Peruana 205.061 – Hojuelas de quinua	11
2.2.5.Proceso de elaboración de la hojuela de quinua	11
2.2.6.Composición de la hojuela de quinua.....	12
2.2.7.Usos en la Industria alimentaria	13
2.3. PIÑA	14
2.3.1.Composición de la piña	14
2.3.2.Variedad	15

2.3.3. Cáscara de piña	15
2.3.4. Composición de la cáscara de piña	16
2.3.5. Cáscara de piña deshidrata	16
2.3.6. Proceso de elaboración de la Cáscara de piña deshidrata	18
2.3.7. Características fisicoquímicas de la cáscara de piña deshidratada	19
2.4. Evaluaciones sensoriales	20
2.5. Escala hedónica	21
2.6. Metodología de superficie de respuesta	22
2.7. Diseño compuesto central rotacional DCCR	22
CAPÍTULO III.....	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. Lugar de ejecución	23
3.1.1. Diseño metodológico	23
3.1.2. Tipo de investigación	23
3.1.3. Nivel de investigación	23
3.2. Materia prima.....	23
3.3. Materiales, equipos y reactivos.....	23
3.3.1. Materiales.....	23
3.3.2. Equipos.....	24
3.3.3. Reactivos.....	24
3.4. Metodología experimental.....	25
3.4.1. Diseño experimental	25
3.4.2. Proceso de obtención de cáscara deshidratada en trozos de piña.....	25
3.4.3. Proceso de obtención de la hojuela de quinua	26
3.4.4. Proceso de elaboración de hojuelas de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña	27
3.5. Metodología de análisis	27
3.5.1. Análisis fisicoquímico.....	27
3.5.2. Análisis sensorial.....	28
3.5.3. Modelo estadístico	28
CAPÍTULO IV	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Análisis experimental de respuesta	29

4.2. Análisis de superficie de respuesta del proceso de formulación y elaboración de hojuelas de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña	30
4.2.1. Método de superficie respuesta para la humedad.....	30
4.2.2. Método de superficie respuesta para acidez (expresado ácido sulfúrico) ..	35
4.2.3. Método de superficie de respuesta para fibra cruda	41
4.2.4. Método de superficie de respuesta para proteína	47
4.3. Evaluación sensorial de las formulaciones.....	53
4.3.1. Método de superficie de respuesta para color	53
4.3.2. Método de superficie de respuesta para olor	58
4.3.3. Método de superficie de respuesta para sabor.....	63
4.3.4. Método de superficie de respuesta para aspecto general.....	67
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS	79

Índice de tablas

Tabla 1	Variables, dimensiones, indicadores y escala de medición.....	4
Tabla 2	Valor nutricional de la quinua.....	9
Tabla 3	Composición química de la variedad de quinua blanca Junín	10
Tabla 4	Composición nutricional de las hojuelas de quinua (100g).....	12
Tabla 5	Requisitos fisicoquímicos de las hojuelas de quinua	13
Tabla 6	Requisitos fisicoquímicos de las hojuelas de quinua precocida.....	13
Tabla 7	Composición nutricional de la piña fresca.....	14
Tabla 8	Composición de subproductos de la piña.....	16
Tabla 9	Composición químico – proximal de 100 g de cascara secas de piña.....	19
Tabla 10	Estimación del porcentaje de humedad y cenizas en el deshidratado de cáscara de piña	20
Tabla 11	Parámetros fisicoquímicos analizados en el producto deshidratado de cáscara de piña	20
Tabla 12	Propiedades químicas de la cáscara de piña	20
Tabla 13	Variables del proceso y los datos experimentales como respuesta	25
Tabla 14	Escala evaluación sensorial.....	28
Tabla 15	Análisis fisicoquímicos y sensorial	29
Tabla 16	Análisis de varianza para humedad.....	30
Tabla 17	Coeficiente de regresión para el modelo de determinación de Humedad...	32
Tabla 18	Condiciones de optimización de la humedad	34
Tabla 19	Análisis de varianza para acidez (expresado ácido sulfúrico).....	35
Tabla 20	Coeficiente de regresión para la acidez (expresado ácido sulfúrico)	38
Tabla 21	Condiciones de optimización de la acidez (expresado en ácido sulfúrico)..	40
Tabla 22	Análisis de varianza para la fibra cruda.....	41
Tabla 23	Coeficiente de regresión para la fibra cruda.....	43
Tabla 24	Condiciones de optimización para la fibra cruda.....	45
Tabla 25	Análisis de varianza para proteína.....	47
Tabla 26	Coeficiente de regresión para la proteína	49
Tabla 27	Condiciones de optimización de la proteína	51
Tabla 28	Análisis de varianza para color	53
Tabla 29	Coeficiente de regresión para color	55
Tabla 30	Condiciones de optimización de color	57
Tabla 31	Análisis de varianza para olor.....	58

Tabla 32	Coeficiente de regresión para el modelo de determinación de olor	60
Tabla 33	Condiciones de optimización de olor	62
Tabla 34	Análisis de varianza para sabor	63
Tabla 35	Coeficiente de regresión para sabor.....	65
Tabla 36	Condiciones de optimización del sabor	66
Tabla 37	Análisis de varianza para aspecto general	68
Tabla 38	Coeficiente de regresión para aspecto general.....	70
Tabla 39	Condiciones de optimización de aspecto general.....	72
Tabla 40	Variables del proceso y los datos experimentales como respuesta	80
Tabla 41	Ficha para evaluación sensorial	81
Tabla 42	Evaluación sensorial del color de las hojuelas de quinua con cáscara de piña deshidratada en trozos	82
Tabla 43	Evaluación sensorial del olor de las hojuelas de quinua con cáscara de piña deshidratada en trozos.....	83
Tabla 44	Evaluación sensorial del sabor de las hojuelas de quinua con cáscara de piña deshidratada en trozos	84
Tabla 45	Evaluación sensorial del aspecto de las hojuelas de quinua con cáscara de piña deshidratada en trozos	85

Índice de figuras

Figura 1	Planta y granos de la quinua.....	8
Figura 2	Grano de la variedad de quinua blanca Junín	9
Figura 3	Hojuelas de quinua.....	11
Figura 4	Piña Golden MD2	15
Figura 5	Cáscara de piña	16
Figura 6	Cáscara de piña deshidratada	17
Figura 7	Diagrama de flujo de deshidratación de cáscaras de piña.....	18
Figura 8	Diagrama de flujo para la deshidratación de cáscara de piña (Ananas comosus) por horno convencional.....	19
Figura 9	Diagrama de elaboración de hojuelas de quinua con cáscara de piña deshidratada en trozos.....	27
Figura 10	Gráfica de la interacción para humedad (%) de hojuelas de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña	31
Figura 11	Carta estandarizada de Pareto para la humedad.....	32
Figura 12	Superficie de respuesta estimada para la humedad (%)	33
Figura 13	Gráfico de contornos de la superficie de respuesta estimada para humedad (%).....	34
Figura 14	Gráfica de la interacción para acidez (expresado ácido sulfúrico) (%)	36
Figura 15	Carta estandarizada de Pareto para la acidez (expresado ácido sulfúrico)	37
Figura 16	Superficie de respuesta estimada para la acidez (expresado ácido sulfúrico) (%)	39
Figura 17	Gráfico de contornos de la superficie de respuesta estimada para acidez (expresado en ácido sulfúrico) (%)	39
Figura 18	Gráfica de la interacción para fibra cruda (%) de hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña.....	42
Figura 19	Carta estandarizada de Pareto para la fibra cruda.....	43
Figura 20	Superficie de respuesta estimada para la fibra cruda (%)	44
Figura 21	Gráfico de contornos de la superficie de respuesta estimada para fibra cruda (%).....	45
Figura 22	Gráfica de la interacción para proteína (%) de hojuelas de quinua y de cáscara deshidratada en trozos de piña	48
Figura 23	Carta estandarizada de Pareto para la proteína	49

Figura 24	Superficie de respuesta estimada para la proteína (%) de las hojuelas de quinua y de cáscara deshidratada en trozos de piña.....	50
Figura 25	Gráfico de contornos de la superficie de respuesta estimada para proteína (%) de las hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña	51
Figura 26	Gráfica de la interacción para color	54
Figura 27	Carta estandarizada de Pareto para color	55
Figura 28	Gráfico de superficie de respuesta estimada para el color de las hojuelas de quinua y de cáscara deshidratada en trozos de piña	56
Figura 29	Contornos de la superficie de respuesta estimada para el color	56
Figura 30	Gráfica de la interacción para olor	59
Figura 31	Carta estandarizada de Pareto para el olor	59
Figura 32	Resultado gráfico por superficie de respuesta en el olor de las hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña.....	61
Figura 33	Gráfico de contornos de la superficie de respuesta para el olor.....	61
Figura 34	Resultado de la interacción para sabor	63
Figura 35	Carta estandarizada de Pareto para el sabor.....	64
Figura 36	Gráfico por superficie de respuesta en el sabor de las hojuelas de quinua y de cáscara deshidratada en trozos de piña	65
Figura 37	Gráfico de contornos de la superficie de respuesta	66
Figura 38	Resultado de la interacción para aspecto general	68
Figura 39	Carta estandarizada de Pareto en la optimización del aspecto general...	69
Figura 40	Gráfico de superficie de respuesta para aspecto de las hojuelas de quinua y de cáscara deshidratada en trozos de piña	71
Figura 41	Gráfico de contornos de la superficie de respuesta	71

INTRODUCCIÓN

Las hojuelas de quinua son productos derivados de cereales, obtenidos por un proceso de laminado. Su principal diferencia frente a otros cereales radica en que no contienen gluten y son ricas en proteínas y vitaminas. Ofrecen un perfil de aminoácidos bien equilibrado, con un alto contenido de lisina, además de aportar fibra dietética y ácidos grasos en cantidades importantes. Estas cualidades las hacen recomendables para personas con intolerancia al gluten, siendo una excelente opción nutricional para el desayuno debido a su contenido proteico (Valencia, 2019). Gracias a su textura laminada y su cocción rápida, se utilizan como sustituto de la avena y también como ingrediente en sopas, batidos, bebidas frías y productos de panificación. Por su elevado valor nutricional, se aconseja su consumo en la dieta de bebés, escolares, atletas, personas en recuperación y adultos mayores (Casas et al. 2018).

La cáscara de la piña, comúnmente desechada en la industria, ha demostrado tener múltiples beneficios para la salud. Diversos estudios indican que puede ayudar a reducir el colesterol malo, posee propiedades antiinflamatorias y contribuye a la quema de grasa corporal. Uno de sus componentes principales, la bromelina, es una enzima que fortalece el sistema inmunológico. Además, su alta concentración de betacaroteno se asocia con la protección contra el cáncer de próstata (Córdova y García, 2021). La cáscara de piña ha sido objeto de numerosas investigaciones que han encontrado una variedad de resultados, dependiendo de la variedad de piña, la temperatura aplicada y el tiempo de secado a los que se somete la cáscara (Velásquez, 2017).

La problemática de la quinua reside en su bajo valor agregado y su aporte limitado de fibra. Por otro lado, la cáscara de piña es un subproducto que suele desperdiciarse, y actualmente no se utiliza en el mercado de desayunos industriales. En respuesta a esta situación, se propone una solución innovadora: la elaboración y formulación de hojuelas de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña. Esta mezcla, en las concentraciones adecuadas, ofrecerá un mayor contenido de proteínas y fibra, además de garantizar una buena aceptación sensorial del producto.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La quinua es un pseudocereal originario de los Andes que destaca por su alto valor nutritivo, ya que contiene proteínas de calidad superior y diversos compuestos bioactivos. Su valor biológico supera al de otros granos como el trigo, arroz o avena. Por ello, se considera un alimento equilibrado desde el punto de vista nutricional, con propiedades funcionales que favorecen la prevención de enfermedades crónicas, gracias a su efecto antioxidante, antiinflamatorio y anticancerígeno (Martínez y Tucno, 2024).

Sin embargo, El consumo anual de quinua por persona es inferior a los 3 kg (El Peruano, 2022), una cifra relativamente baja considerando sus destacadas propiedades nutricionales.

La Región de Ayacucho cuenta con este recurso tan importante, que es la quinua que se destaca por su contenido nutricional, actualmente se encuentra en crecimiento y afronta el problema del poco valor agregado ya que es aprovechado mayormente en exportación como materia prima, lo cual reduce la maximización de los beneficios a los agricultores. Los desechos generados por la industrialización de la piña, pueden representar hasta el 65% del fruto. Por ello, su reutilización en distintas aplicaciones ofrece una alternativa de dar valor agregado, lo que trae beneficios tanto económicos como ambientales (Colmenares, 2016).

En nuestro país los desechos de las frutas por desconocimiento de las propiedades, no son aprovechadas adecuadamente por la población y las industrias alimentarias, por ejemplo, el alto contenido en componentes tales como la fibra el cual puede ser aprovechado. Una alternativa es el procesamiento de la cáscara de piña, esta contiene la bromelina (enzima) que otorga propiedades desinflamatorias y antioxidantes, favoreciendo la eliminación de líquidos, la digestión y la reducción del colesterol malo.

Con el objetivo de abordar esta problemática, se propone la formulación y elaboración de la hojuela de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña, los cuales son ingredientes ricos en nutrientes esenciales. Se buscará evaluar la aceptabilidad y calidad fisicoquímica del producto, promoviendo el uso sostenible de los recursos y brindando opciones nutritivas para el consumidor. Además, se espera que este proyecto genere resultados significativos al favorecer la funcionalidad del tránsito intestinal y, en consecuencia, mejorar la calidad de vida de las personas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Cuál será calidad fisicoquímica y sensorial la hojuela de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) si se adiciona cáscara deshidratada en trozos de piña (*Ananas comosus*)?

1.2.2. Problemas Específicos

1. ¿Cómo influye en la calidad fisicoquímica de la hojuela de quinua la adición de cáscara deshidratada en trozos de piña?
2. ¿Tendrá influencia en la calidad sensorial de la hojuela de quinua la adición de cáscara deshidratada en trozos de piña?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la calidad fisicoquímica y sensorial de la hojuela de quinua con la adición de cáscara deshidratada en trozos de piña.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Analizar la humedad, acidez, fibra cruda y proteína de la hojuela de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña.
2. Evaluar el color, olor, sabor y aspecto general de la hojuela quinua con la adición de cáscara deshidratada en trozos de piña.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis General

La cáscara deshidratada en trozos de piña influye en la humedad, acidez, fibra cruda, proteína y la calidad sensorial de la hojuela de quinua.

1.4.2. Hipótesis Específicas

1. La adición de cáscara deshidratada en trozos de piña en la hojuela de quinua influye en la humedad, acidez, fibra cruda y proteína.
2. La adición de cáscara de piña deshidratada en trozos de piña en la hojuela de quinua mejora el color, olor, sabor y aspecto general.

1.5. VARIABLES E INDICADORES

Tabla 1

Variables, dimensiones, indicadores y escala de medición

	VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variables independientes	X ₁ : Hojuela de quinua	Proporción	Proporciones	
	X ₂ : Cáscara deshidratada en trozos de piña	Hojuela de quinua Cáscara deshidratada en trozos de piña	X ₁ : Bajo 80 % y Alto 96 % X ₂ : Bajo 4 % y Alto 20 %	X ₁ : porcentaje X ₂ : porcentaje
Variables dependientes	Características fisicoquímicas y sensoriales	Características fisicoquímicas	Humedad Acidez Fibra cruda Proteína	porcentaje
		Características sensoriales	Color Olor Sabor Aspecto general	Escala hedónica de 7 puntos

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Landi (2022), menciona en su estudio “Aprovechamiento de las cáscaras de piña (*Ananas comosus*) y pitahaya (*Cereus sp*) deshidratadas como fuente de fibra en la producción de buñuelos”, evaluó parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales del producto elaborado con tres tipos de harinas: piña, pitahaya y trigo. Se llevaron a cabo seis tratamientos con distintas concentraciones de harinas y se utilizó un panel sensorial de 30 jueces no entrenados, quienes evaluaron olor, color, sabor y textura en una escala hedónica de cinco niveles. El tratamiento 2, compuesto por 70% harina de trigo, 20% harina de cáscara de piña y 10% harina de cáscara de pitahaya, resultó ser el mejor evaluado. Este tratamiento mostró tener una humedad de 37,21%, proteína de 8,04%, cenizas de 2,00%, fibra de 3,20% y acidez de 0,22%, lo que lo convierte en un producto nutritivo y adecuado para el consumo humano.

Velasco (2023), investigó el “Aprovechamiento de los residuos agroindustriales de la toronja (*Citrus paradisi*) y la piña (*Ananas comosus*) en la elaboración de una infusión filtrante”, este estudio explora el aprovechamiento de los residuos de toronja y piña, como cáscaras y bagazo, para desarrollar infusiones con propiedades antioxidantes. En la industria de los cítricos, estos residuos representan cerca del 50% del peso total de la fruta, y la investigación busca aprovecharlos para generar productos de valor agregado y reducir el impacto ambiental. Los resultados indicaron que las infusiones con más toronja presentaron mayor acidez, mientras que los tratamientos con deshidratación a altas temperaturas y tiempos más cortos tuvieron más cenizas y humedad. En la evaluación sensorial, no hubo distinciones notables en color, olor y textura, pero el tratamiento con 25% piña y 75% toronja a 40°C durante 12 horas fue el más apreciado en sabor, aunque no de forma significativa respecto a otros. En cuanto a la capacidad antioxidante, los tratamientos con menor temperatura de deshidratación mostraron mejores resultados. El tratamiento con 50% piña y 50% toronja a 40°C durante 24 horas fue el que presentó la mayor capacidad antioxidante.

López et al. (2023), realizaron un estudio sobre la “incorporación de harina de cáscara de frutas cítricas en la elaboración de pasta tipo tallarín”, buscando utilizar residuos que usualmente se desechan y contaminan el ambiente. Utilizaron un

diseño unifactorial completamente aleatorizado, donde el factor de estudio fue el tipo de harina de cáscara de fruta añadida a la harina de trigo en proporciones de T₀ (control), T₁ (limón), T₂ (naranja) y T₃ (piña), con tres réplicas cada uno. Para determinar el mejor tratamiento, se llevó a cabo una evaluación sensorial de los atributos color, olor, textura, sabor y aceptabilidad, usando una escala Likert de cinco puntos, donde cinco representa "Excelente" y uno "Malo". Se encontraron diferencias significativas en todos los atributos entre los tratamientos, aceptando así la hipótesis alternativa. El tratamiento T₃ (harina de cáscara de piña) obtuvo la mejor puntuación con un promedio de 4,78±0,08, considerado como "Muy Bueno" y estadísticamente diferente a los demás tratamientos, siendo así determinado como el mejor. La caracterización fisicoquímica y microbiológica del tratamiento T₃ mostró que tenía un 13,70% de humedad, un 11,30% de proteína, 0,44% de ácido sulfúrico y un 4,20E2 UPML/g de mohos y levaduras por 100 gramos de muestra, todos los resultados estaban dentro de los parámetros establecidos por la Norma NTE INEN 1375:2014 para pastas alimenticias o fideos secos.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según el estudio realizado por Díaz y Espinoza (2022) "Elaboración de cookies con chips de cushuro (*Nostoc sphaericum*) fortificada con harinas de soya y cáscara de piña", se planteó como objetivo determinar las concentraciones óptimas (%p/p) de harina de soya (HS) y cáscara de piña (HCP), para crear cookies con chips de cushuro que sean funcionales, tecnológicas y sensorialmente aceptables. Utilizaron un diseño de Superficie de Respuesta de tipo DCCR 22, con niveles de HS entre 8-20% y HCP entre 2-10%. Los resultados mostraron significancia de ($p < 0,05$) en las características funcionales de las cookies; la formulación F6, con un 13,3% de HS, tuvo el mayor porcentaje de proteína, mientras que la F8, con un 11,2%, alcanzó el mayor contenido de fibra dietética. También se analizaron propiedades tecnológicas como la textura, el color instrumental y el volumen específico, aunque este último no presentó diferencias significativas atribuibles al tipo de harinas utilizadas. En cuanto a la evaluación sensorial, la formulación F6 destacó al obtener el mayor promedio en todos los atributos evaluados. La optimización basada en múltiples respuestas determinó que la formulación ideal se alcanza con un 19,9397% de HS y un 5,5898% de HCP.

Córdova y García, (2021), en su investigación "Elaboración de galletas funcionales de harina de trigo enriquecida con fibra dietética de la cáscara de piña (*Ananas comosus*) y naranja (*Citrus x sinensis*)", se elaboraron galletas funcionales utilizando harina de trigo enriquecida con fibra dietética proveniente de las cáscaras de piña y naranja. Se evaluaron tres formulaciones con diferentes porcentajes de cáscaras

de 1,90%, 3,06% y 4,97%. Se analizaron aspectos fisicoquímicos, nutricionales, microbiológicos y sensoriales.

El estudio consistió en dos procesos principales: la deshidratación de las cáscaras de fruta y la elaboración de las galletas. Se aprovechó el 6,79% del peso de las piñas y el 4,19% del peso de las naranjas. Los resultados del ANOVA y Tukey mostraron que las galletas con un 4,97% de cáscaras de piña y naranja (C – N° 723) fueron las mejor valoradas en el análisis sensorial, obteniendo medias en los atributos de color (6,03), olor (5,57), sabor (5,73) y textura (5,80). Estas galletas también cumplieron con las exigencias en propiedades nutricionales (20,53% de azúcares totales, 5,55% de fibra cruda, 7,15% de grasa y 7,00% de proteína), microbiológicas (*Bacillus cereus* < 10², *Clostridium perfringens* < 10 y mohos igual a 10) y fisicoquímicas (7,15% de humedad).

Mientras Jara (2019), sobre la “elaboración de galletas utilizando edulcorante natural stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) y harina de cáscara deshidratada de piña (*Ananas comosus*)”. El objetivo fue determinar el porcentaje óptimo de reemplazo de azúcar industrial con stevia (0,53%, 0,8% y 1,07%), utilizando la equivalencia de 2,13g de stevia por 80g de azúcar industrial, y la sustitución con harina de cáscara de piña en proporciones de 4%, 8% y 12%. Este estudio resultó en la creación de nueve tipos de galletas. La harina de cáscara de piña se obtuvo secando las cáscaras a 80°C durante 24 horas, seguida de molienda, y se integró en una formulación básica de galletas. Los resultados se analizaron mediante ANOVA y la prueba de Tukey al 5%, determinando que la mejor formulación fue la T₇ (harina de trigo 88%, harina de piña 12%, azúcar industrial 20%, stevia 0,53%), debido a su mayor aceptabilidad. El análisis bromatológico y fisicoquímico de la galleta T₇ reveló: pH 6,5; acidez (expresada en ácido láctico) 0,10%; humedad 6,35%; proteína 7,08%; grasa bruta 19,86%; fibra cruda 4,98%; cenizas (minerales totales) 2,61%; y carbohidratos 65,48%; No se detectó presencia de mohos, levaduras y coliformes, cumpliendo con la Norma Técnica Peruana NTP. 206.001.2016 para productos de panadería, pastelería y galletería.

2.2. QUINUA

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), nombrada como parca (quechua), supha, jopa, jura y vocali (aymara), es una especie perteneciente a la subfamilia Chenopodioideae de las amarantáceas., originaria de la región sur de América, principalmente de países como Perú, Ecuador, Chile, Bolivia y Colombia (García et al., 2018).

Se le denomina un pseudocereal porque no pertenece a la familia de las gramíneas en que están los cereales “tradicionales”, su uso es el de un cereal debido a su alto contenido de almidón. La quinua es una planta que produce pequeños granos de diferentes formas y colores, los mismos que pueden ser consumidos tostados o cocinados, enteros o en harina (Vilcatoma & Gutiérrez, 2022).

Reconocida globalmente por su alto contenido de proteínas y su excelente perfil de aminoácidos. Además, es rica en lípidos, fibra, vitaminas y minerales, lo que la convierte en un alimento vegetal beneficioso para la salud. El grano tiene un tamaño promedio de 1,8 mm de diámetro de forma plana y esférica (Campos et al., 2022).

Figura 1

Planta y granos de la quinua



Nota. Fuente: Informa (2012)

2.2.1. Composición de la quinua

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1985), la quinua es un alimento nutricional de alto valor. Su contenido de proteínas la convierte en un buen sustituto de la carne, los lácteos y los huevos, siendo especialmente beneficiosa para personas con dietas pobres en nutrientes. Contiene 10 aminoácidos esenciales que destaca entre ellos la metionina, el triptófano y la lisina, la última siendo la más importante para el crecimiento y desarrollo infantil. Con un 14% de proteína y vitaminas B, E y C, la quinua es también libre de gluten (Vilcatoma y Gutiérrez, 2022).

Tabla 2

Valor nutricional de la quinua

Componentes	%
Proteínas	13.00
Grasas	6.70
Fibras	3.45
Cenizas	3.06
Calcio	0.12
Fosforo	0.36
Hidratos de carbono	71.00

Nota. Fuente: Badui (2006).

2.2.2. Variedad

- **Blanca de Juli.** Esta variedad se cultiva en una zona específica cercana al Lago Titicaca, en Perú. Se caracteriza por ser semitardía, con un ciclo de crecimiento de aproximadamente 179 días. Sus granos son blancos, de tamaño pequeño y con un sabor ligeramente dulce (Gonzales, 2023).
- **Blanca Junín.** Originaria de la región central del Perú, cuyo cultivo intenso es en el valle del Mantaro e introducida con eficacia en Antapampa, Cusco. Es resistente al Mildiu, tiene grano blanco de tamaño mediano, un periodo vegetativo de 180 a 200 días, y un rendimiento de 2500 kg/ha. Es considerada la variedad de referencia. La variedad que se utilizó en el desarrollo del proyecto es la variedad Blanca de Junín, que es la variedad más cultivada y comercializada en Ayacucho (Pardo, 2020).

Figura 2

Grano de la variedad de quinua blanca Junín



Nota. Fuente: Apaza et al. (2013).

Tabla 3

Composición química de la variedad de quinua blanca Junín

Análisis/Muestra (g/100g)	Blanca Junín
Humedad	10,90
Proteína	13,50
Grasa	7,11
Cenizas	2,90
Fibra dietética	5,28
Carbohidratos	60,31
Energía	380

Nota. Fuente: Campos y Apolinario (2024).

2.2.3. Hojuela de quinua

Quinua laminada que se presenta en forma de escamas o copos, es perfecta para consumir en desayunos y postres. También es ideal para su uso en repostería y sopas. Este producto es casi instantáneo y no necesita mucho tiempo de preparación (Huaman Muñoz y Suere Cortez, 2023).

Según Valencia (2019), las láminas de cereales tienen una forma circular u ovalada, con un color crema blanquecino y un grosor que oscila entre 0,1 mm y 0,5 mm. Estas láminas son altamente nutritivas, con un contenido significativo de vitaminas, proteínas y un perfil balanceado de aminoácidos. Destacan por su alto contenido de lisina, fibra dietética y ácidos grasos. Las hojuelas de quinua, en particular, son productos derivados de cereales obtenidos mediante procesos de inflado o tostado, y se caracterizan por no contener gluten y tener un alto valor nutricional. Su consumo es adecuado para personas de todas las edades y puede ser utilizado de diversas maneras, como:

- Desayuno diario: pueden ser consumidas como parte de un desayuno saludable.
- Opción para intolerantes al gluten: son una excelente opción para personas con intolerancia al gluten.
- Mejora nutricional: su alto contenido de vitaminas las hace ideales para mejorar la nutrición.
- Alimento dietético: su alto contenido de fibra las hace adecuadas para una dieta saludable.

Figura 3

Hojuelas de quinua



Nota. Fuente: Quiyuni (2023).

2.2.4. Norma Técnica Peruana 205.061 – Hojuelas de quinua

En términos generales, las hojuelas de quinua deben venir de granos de quinua procesados, limpios, sanos, y sin infestación de insectos o presencia de otras materias extrañas indeseables. Asimismo, las hojuelas de quinua deben ser elaborados, procesados y envasados cumpliendo con las condiciones higiénico-sanitarias que exigen las Buenas Prácticas de Manufactura y la legislación nacional vigente.

2.2.5. Proceso de elaboración de la hojuela de quinua

Recepción de la materia prima

La materia prima debe estar libre de parásitos, contaminación microbiana fuera de los límites o sustancias tóxicas. Estos se verifican con las fichas técnicas o certificados de calidad antes de ser aceptados (Industrias Copsa E.I.R.L. 2019).

Selección y clasificación

En este proceso se eliminan las sustancias ajenas al grano (pajas, piedras, palos y otras impurezas), esta operación se realiza mediante un equipo denominado seleccionadora de granos, luego para la eliminación del 100% de impurezas se trabaja manualmente (se retira los granos infestados) sobre mesas de acero inoxidable (Alarcón, 2018).

Mezclado o pre tratamiento

El tratamiento previo a la operación de laminado es fundamental y consiste en acondicionar los granos de quinua con agua. Según SENASA (2014), la humedad inicial del grano de quinua es de aproximadamente 11%, y después del pretratamiento, se logra una humedad final de 14% (Camiña, 2020).

Laminado

Esta operación de laminación se lleva a cabo en una máquina laminadora, donde los granos son aplanados al pasar entre rodillos que ejercen presión. Este proceso automatizado funciona en flujo continuo y consta de dos cilindros metálicos, uno fijo y otro ajustable, lo que permite controlar el espacio entre ellos. La velocidad de laminación oscila entre 250 y 450 revoluciones por minuto (RPM) (Camiña, 2020).

Envasado

Las hojuelas se envasan en bolsas de material compuesto por laminación de polipropileno biorientado (BOPP) y polietileno de baja densidad (PEBD), que sirve como envase primario (Camiña, 2020).

Almacenamiento de producto terminado

El producto es apilado sobre parihuelas debidamente pintadas de color claro, en el almacén de producto terminado, en condiciones adecuadas; con distanciamientos de piso no menor a 20 cm, y nivel superior 60 cm, para la circulación de aire y control de insectos; las filas o pared deben de tener un distanciamiento de 50 cm como mínimo y el armado de rumas acuerdo al lote y día de producción (Industrias Copsa E.I.R.L. 2019).

2.2.6. Composición de la hojuela de quinua

Tabla 4

Composición nutricional de las hojuelas de quinua (100g)

Componentes	Cantidad
Energía	374 kcal
Agua	7 g
Proteína	8,5 g
Grasa	3,7 g
Carbohidratos	78,6 g
Fibra	3,8 g
Ceniza	2,2 g
Calcio	114 mg
Fosforo	60 mg
Hierro	4,7 mg
Retinol	0 mg

Nota. Fuente: Alarcón (2018)

Tabla 5*Requisitos fisicoquímicos de las hojuelas de quinua*

Requisitos	Unidad	Valores	
		Min.	Máx.
Humedad	%	-	13,5
Proteínas	%	10	-
Fibra cruda	%	2	
Cenizas totales	%	-	3,5
Grasa	%	4	-

Nota. Fuente: NTP 205.061 (2013)**Tabla 6***Requisitos fisicoquímicos de las hojuelas de quinua precocida*

Requisitos	Unidad	Valores	
		Min.	Máx.
Humedad	%	-	17
Proteínas	%	9	-
Fibra cruda	%	2	
Cenizas totales	%	-	3,5
Grasa	%	3,5	-

Nota. Fuente: NTP 205.061 (2013)

El Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma (2022) indica en sus especificaciones técnicas que el porcentaje de acidez (Expresada en ácido sulfúrico) es Máximo 0,2 (hojuelas a base de quenopodiáceas).

Según Condori (2016), la caracterización de tres variedades diferentes de quinua en forma de hojuelas presentó los siguientes resultados: la variedad Blanca de Juli tuvo una humedad de 10,40%, proteínas 16,64%, fibra 2,19%, cenizas 1,78%, grasa 6,65% y carbohidratos 62,34%. La variedad Negra de Collana mostró una humedad de 8,72%, proteínas 16,82%, fibra 2,85%, cenizas 2,03%, grasa 6,38% y carbohidratos 63,20%. Finalmente, la variedad Kancolla presentó una humedad de 8,70%, proteínas 17,40%, fibra 2,75%, cenizas 2,30%, grasa 5,87% y carbohidratos 63,87%.

2.2.7. Usos en la Industria alimentaria

Casas et al. (2018), indican sobre la creciente demanda de productos listos para consumir en cualquier momento del día y que sean saludables, se investigaron técnicas para producir hojuelas de quinua. Estas hojuelas pueden consumirse directamente o utilizarse en diversas preparaciones, como ensaladas, coladas, desayunos, sopas, bebidas, como acompañamiento de carnes, y en panadería. Las hojuelas de quinua

contienen un 8,5% de proteínas, 3,8% de fibra, y minerales como calcio (114 mg), fósforo (60 mg) e hierro (4,7 mg).

2.3. PIÑA

Aguirre (2022), menciona que la piña (*Ananas comosus*) pertenece a la familia de las bromeliáceas. Sus frutos son cilíndricos y están formados por un agrupo de frutos, con una pulpa carnosa que varía en tonalidades amarillas según la variedad; con un aroma característico. La composición de la piña incluye un 33% de pulpa, 6% de corazón, 20% de corona, y el 41% corresponde a la cáscara, que representa la mayor parte de la fruta. Según Jara (2019), Perú se sitúa en el sexto lugar entre los países de América en la producción de piña, con una participación del 4,77%. Las regiones con mayor producción son Junín, que concentra el 74%, La Libertad con el 5%, y Puno con el 4%. Las principales variedades cultivadas incluyen la “Samba de Chanchamayo” destinada a la producción de jugos, la “Hawaiana” para consumo en fresco y jugos, y las variedades “Golden” o “MD-2” y “Cayena lisa” que se destinan tanto al consumo en fresco como a la industria.

2.3.1. Composición de la piña

Tabla 7

Composición nutricional de la piña fresca

Componente	Contenido por 100 g de porción comestible
Calorías	51 kcal – 215 kJ
Agua	85,7 g
carbohidratos	13,5 g
Azúcares	10,32 g
Fibra	1,4 g
Grasa	0,11 g
Proteína	0,53 g
Tiamina	0,08 mg
Riboflavina	0,033 mg
Niacina	0,507 mg
Acido pantoténico	0,217 mg
Vitamina B6	0,114 mg
Vitamina C	56,4 mg
Calcio	13 mg
Hierro	0,28 mg
Magnesio	12 mg
Fosforo	8 mg
Potasio	108 mg
Sodio	1 mg
Zinc	0,12 mg

Nota. Fuente: Ramón y Ureta (2022)

2.3.2. Variedad

- **Golden MD2:** fruto híbrido de la variedad Cayena Lisa destaca por su sabor, aroma, y pulpa sólida, siendo el más comercializado a nivel nacional e internacional. En esta investigación, se usará la variedad Golden MD2 por su disponibilidad local, ideal para el deshidratado.

Figura 4

Piña Golden MD2



Nota. Fuente: Pacificfruit (2011).

2.3.3. Cáscara de piña

Córdova y García (2021), mencionan que la cáscara de la piña suele desperdiciarse en la industria y los hogares para el consumo de pulpa, pero diversos estudios demuestran que reduce el colesterol malo, es antiinflamatoria y ayuda a quemar grasa corporal. La bromelina que contiene la piña que es una enzima que proporciona protección al sistema inmunológico. Asimismo, la alta concentración de betacaroteno puede proteger contra el cáncer de próstata.

La cáscara de piña es rica en fibra dietética, con un contenido de 70,6%, y se asocia con un alto nivel de miricetina, un polifenol clave que puede contribuir a su actividad antioxidante. La fibra dietética de la piña tiene un sabor y color neutros, lo que la hace ideal para mejorar la aceptabilidad de productos cuando se utiliza como suplemento. Además, los subproductos de la piña son una excelente fuente de fibra dietética, con más del 20% del total, gracias a su alto contenido de fibra dietética insoluble (Aguirre, 2022).

Figura 5

Cáscara de piña



Nota. Fuente: López (2024).

2.3.4. Composición de la cáscara de piña

Tabla 8

Composición de subproductos de la piña

Análisis	Cáscara %	Pulpa %	Corazón %	Promedio total
Humedad	86,00	86,60	83,00	85,2
Proteínas	0,73	0,67	0,76	0,79
Grasas	0,57	0,23	0,65	2,15
Carbohidratos	7,45	10,30	9,65	8,80
Ceniza	2,85	1,10	3,20	2,38
Fibra cruda	2,40	1,10	2,74	1,68

Nota. Fuente: Aguirre (2022).

2.3.5. Cáscara de piña deshidrata

Colmenares (2016), menciona que la cáscara de piña deshidratada se obtiene a partir de piñas que fueron preliminarmente descoronadas, lavadas con agua y cepillo; posteriormente del lavado las mismas fueron peladas utilizando una peladora para separar la cáscara de la pulpa. Luego, se llevó a cabo un proceso de sanitización con hipoclorito de sodio al 0.15% v/v, seguido de un enjuague con cepillo. Posteriormente, la cáscara fue cortada en trozos de aproximadamente 1 cm de grosor. los cuales fueron distribuidos en bandejas y sometidos a un proceso de deshidratación en un deshidratador de bandeja HAVERST SABER a $65\pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 5 horas.

Según Velásquez (2017), los residuos de piña, como la cáscara y el corazón, no se aprovechan en el proceso productivo. La cáscara de piña tiene una composición notable, con 26,6% de materia seca, 6,9% de proteína cruda, 10,1% de celulosa, 5,8% de hemicelulosa, 7,8% de lignina y 5,2% de cenizas.

La cáscara de piña ha sido objeto de numerosas investigaciones, que han identificado una amplia gama de resultados, los cuales varían según la variedad de la piña, la temperatura aplicada y el tiempo de secado al que se somete la cáscara.

Soriano (2024), reporta el análisis fisicoquímico de la cáscara de piña dichos resultados obtenidos en su investigación fue 3,69% ceniza, 6,16% humedad, 2,15% grasa, 5,05% proteína y 15,32% fibra

Cedeño y Zambrano (2014) proponen una opción para procesar e industrializar cáscaras de piña y mango, con el objetivo de evaluar su uso como fuente de fibra dietética en la elaboración de galletas. Los resultados del análisis de las propiedades bromatológicas de las cáscaras fueron los siguientes para la cáscara de piña: capacidad de retención de agua (CRA) de 4,0 cm³/g, capacidad de retención de aceite (CRa) de 3,5 cm³/g, capacidad de hinchamiento (CH) de 3,2 cm³/g, contenido de cenizas de 4,1%, proteína de 3,5%, humedad de 9,8%, grasa de 0,47%, fibra cruda de 15,03%, carbohidratos totales de 44,2%, energía de 195 kcal y fibra dietética total de 37,9%. Para la cáscara de mango, los resultados fueron: CRA de 4,5 cm³/g, CRa de 3,0 cm³/g, CH de 5,1 cm³/g, contenido de cenizas de 3,6%, proteína de 3,7%, humedad de 6,7%, grasa de 2,93%, fibra cruda de 12,5%, carbohidratos totales de 51,8%, energía de 248,7 kcal y fibra dietética total de 31,23%. El porcentaje de humedad se relaciona estrechamente con la temperatura del proceso de deshidratado.

Figura 6

Cáscara de piña deshidratada

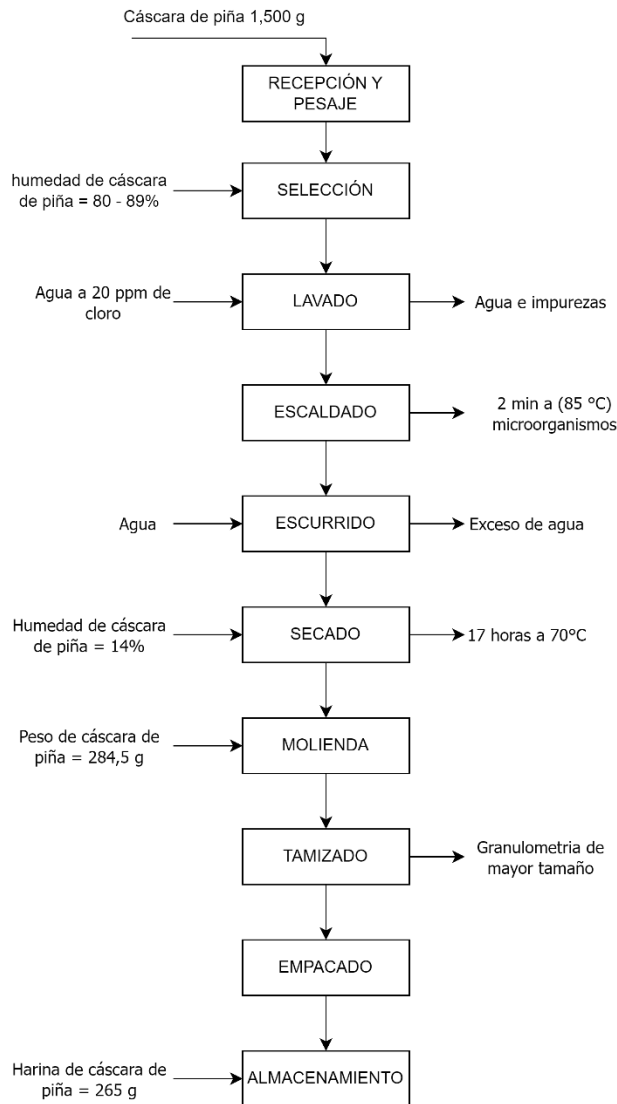


Nota. Fuente: Jara (2019).

2.3.6. Proceso de elaboración de la Cáscara de piña deshidrata

Figura 7

Diagrama de flujo de deshidratación de cáscaras de piña



Nota. Fuente: Cedeño y Zambrano (2014)

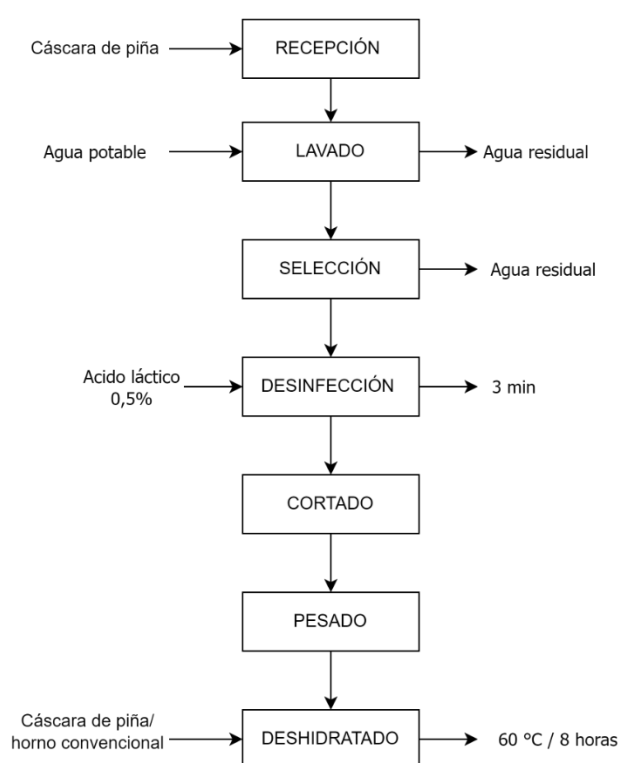
Según Mina (2024), para la deshidratación de la cáscara de piña por el método de horno convencional se sigue el proceso:

- **Recepción de materia prima:** Se recibió y verificó que la cáscara de piña no muestre señales de descomposición ni daño físico.
- **Lavado:** Se lavó la cáscara de piña con agua potable para quitar impurezas.
- **Selección:** Se seleccionan las cáscaras de piña de acuerdo a su tamaño y peso
- **Desinfección:** Se realiza la desinfección de las cáscaras de piña en agua con ácido láctico al 0.5% de concentración por 3 minutos.

- **Cortado:** Las cáscaras de piña se cortaron en rodajas en sentido longitudinal con 0.5 cm de espesor.
- **Pesado:** Las cáscaras de piña se pesan en una balanza digital de acuerdo a los pesos indicados en la tabla de tratamientos.
- **Deshidratado:** Se deshidrataron las cáscaras de piña en horno convencional a temperatura de 60 °C por 8 horas.

Figura 8

Diagrama de flujo para la deshidratación de cáscara de piña (Ananas comosus) por horno convencional



Nota. Fuente: Mina (2024)

2.3.7. Características fisicoquímicas de la cáscara de piña deshidratada

Tabla 9

Composición químico – proximal de 100 g de cascara secas de piña

Componente	Piña
Proteína	6,9 – 8,2
Grasa	0,5 – 0,8
Cenizas	0,2 – 2,4
Carbohidratos	85,5 – 90,0
Fibra	75,9 – 86,4
Sólidos solubles	2,1 – 9,8

Nota. Fuente: Romo (2019)

Tabla 10

Estimación del porcentaje de humedad y cenizas en el deshidratado de cáscara de piña

Parámetro	Cáscara de piña
Humedad (%)	5,06 ± 0,92
Ceniza (%)	3,62 ± 0,22

Nota. Fuente: Colmenares (2016)

Tabla 11

Parámetros fisicoquímicos analizados en el producto deshidratado de cáscara de piña

Parámetro	Cáscara de piña
Acidez (%)	0,88 ± 0,92
pH	4,10 ± 0,02
Separación de fases (mL)	22 ± 0,1
Dispersabilidad (%)	4,75 ± 0,92

Nota. Fuente: Colmenares (2016).

Tabla 12

Propiedades químicas de la cáscara de piña

Parámetro	Harina de cáscara de piña (g/100 g)
Humedad	9,44
Proteína (Kjeldahl)	4,74
Cenizas	3,97

Nota. Fuente: Aguirre (2022).

2.4. Evaluaciones sensoriales

Mesta y Miñope (2018), mencionan que la evaluación sensorial es una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos (vista, gusto, olfato, oído y tacto) hacia ciertas características de un alimento.

Según Condori (2022), es una herramienta crucial para garantizar la calidad y aceptabilidad de los alimentos. Ya que esta se encarga de medir y analizar las respuestas de las personas ante características entre ellos el color, olor, sabor, textura y apariencia general de un producto alimenticio. Estas respuestas sensoriales son para verificar si el producto cumple con los estándares de calidad, mediante la interpretación estadística. Aquel análisis es fundamental en el control del proceso productivo, esto permite realizar ajustes y correcciones en la elaboración del producto, asegurando así la calidad final.

2.5. Escala hedónica

Una escala de satisfacción es una herramienta utilizada para evaluar la percepción de un producto por parte de los consumidores, consiste en una lista estructurada de posibles respuestas que reflejan diferentes niveles de satisfacción, distribuidas de manera equilibrada alrededor de un valor neutro. El evaluador marca la respuesta que mejor percibe sobre el producto, las respuestas varían en números enteros, figuras geométricas, etiquetas verbales o figuras con caritas. Las escalas presentan a los panelistas una descripción de la sensación que les produce la muestra a evaluar, deben incluir un número impar de puntos, con un punto central "ni me gusta ni me disgusta" que corresponde a un valor neutral con calificación de cero. Los datos por encima del valor neutral tienen valores numéricos positivos, indicando aceptación, mientras que los valores por debajo tienen valores negativos, indicando no aceptación. La escala puede ampliarse a cinco, siete o nueve puntos, adicionando diferentes niveles de gusto o disgusto, especialmente cuando se evalúan varias muestras o se espera que dos o más muestras resulten agradables o desagradables para los evaluadores (Morales, 2005).

La escala hedónica más utilizada es la de 7 puntos, que genera datos precisos y se emplea para evaluar la aceptación o no aceptación de un alimento en un entorno de laboratorio. En este método, se pide al panelista que, después de su primera impresión, indique cuánto le agrada o desagrada el producto, utilizando una escala numérica proporcionada en la ficha de evaluación (Morales, 2005).

Propiedades sensoriales

Sánchez (2022), menciona las siguientes propiedades sensoriales

Color: el color juega un papel clave en la evaluación sensorial, ya que, en ocasiones, basamos nuestra aceptación o rechazo de ciertos productos en su apariencia y color.

Olor: es una propiedad que cumple un papel fundamental en la apreciación sensorial de los productos alimenticios, ya que la captación de los compuestos volátiles se realiza por el sentido del olfato.

Sabor: una de las características claves de los alimentos, y su complejidad radica en que armoniza diversas propiedades, como el aroma, olor y sabor.

Apariencia: está definido por el semblante exterior que presentan los diversos alimentos, en esta propiedad la perspectiva es muy importante al visualizar el color, forma, tamaño y otras particularidades que determinan su calidad.

2.6. Metodología de superficie de respuesta

La metodología de superficie de respuesta (MRS) consta de tres aspectos fundamentales: diseño, modelo y técnica de optimización. El diseño y el modelo se desarrollan simultáneamente, dependiendo del comportamiento esperado en la respuesta. Según el modelo sea plano o con curvatura, se clasifica como de primero o segundo orden, lo que determina el tipo de diseño y método de optimización a utilizar (Torres y Roa, 2021).

Según Layme (2020), la (MRS) es un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas utilizadas para modelar y analizar problemas en los que una variable de interés es influenciada por múltiples factores, con el objetivo de optimizar dicha variable.

La metodología de superficie de respuesta implica tres aspectos: diseño, modelo y técnica de optimización. Permite formular y desarrollar productos, habiendo demostrado ser una excelente herramienta para simplificar diseños experimentales, permitiendo trabajar simultáneamente con varias variables.

2.7. Diseño compuesto central rotacional DCCR

El número de planteamientos experimentales depende fundamentalmente del número de variables independientes que serán estudiadas inicialmente. En el caso de 2 o 3 variables independientes se recomienda realizar un diseño compuesto central rotacional (DCCR). Un diseño compuesto central rotacional o factorial completo está conformado por formulaciones con condiciones factoriales, axiales y con condición de punto central (repeticiones).

La utilización de un DCCR tiene las siguientes ventajas:

- Permite determinar los efectos positivos y negativos de las variables independientes en las variables respuestas.
- Menos formulaciones a diferencia de otros métodos tradicionales (Ejemplo: Un factor a la vez, combinación de factores).
- Optimización de procesos y productos.
- Menos costo y menos tiempo. (Velásquez y Obando, 2017)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente tesis se llevó a cabo en varios laboratorios de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, específicamente en el Laboratorio de Análisis de Alimentos y el Laboratorio de Control de Calidad de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, en el Laboratorio de Transferencia de Masa de la Escuela Profesional de Ingeniería Química y en los Laboratorios de biología de la Facultad de Ciencias Biológicas.

3.1.1. Diseño metodológico

La presente tesis tiene los siguientes aspectos de diseño de investigación metodológico.

3.1.2. Tipo de investigación

Monje (2011), indica que la investigación experimental pretende establecer, con la mayor confiabilidad posible, relaciones de causa-efecto.

3.1.3. Nivel de investigación

Según Polanía et al. (2020), El propósito es analizar los fenómenos y descubrir las causas que dan lugar a la situación ensayada, identificando su estructura y los factores que la afectan.

El nivel de la investigación a desarrollar será explicativo.

3.2. Materia prima

- Quinoa (Blanca Junín)
- Cáscara de piña (Golden MD2)

3.3. Materiales, equipos y reactivos

3.3.1. Materiales

- Cuchillo de acero inoxidable
- Bowl Tazón De Acero Inoxidable
- Luna de reloj
- Vaso precipitado de 250 mL
- Embudo de vidrio
- Fiola de 250 mL
- Varilla de vidrio
- Pipeta de 1 mL
- Papel filtro

- Matraz Erlenmeyer 200 mL
- Bureta
- Espátula
- Mortero
- Soporte universal
- Pissetas

3.3.2. Equipos

- Estufa (Wärmeschrank WS 30/31)
- Balanza analítica (marca OHAUS, con capacidad de 200 g)
- Digestor de proteínas
- Destilador de proteínas (Distillation Unit K-350)
- Equipo de Soxhlet
- Cocina industrial (marca surge)
- Termómetro (-10 a 250 °C)

3.3.3. Reactivos

- Solución 0,1N de hidróxido de sodio
- Solución indicadora de fenolftaleína al 1%
- Solución de ácido sulfúrico
- Solución de ácido sulfúrico 0, 95%
- Solución indicadora de ácido bórico
- Hidróxido de sodio 1,25%.

3.4. Metodología experimental

3.4.1. Diseño experimental

Tabla 13

Variables del proceso y los datos experimentales como respuesta

Tratamiento	Variables independientes		Variables dependientes							
	X ₁	X ₂	Humedad %	Acidez %	Fibra cruda %	Proteína %	Color	Olor	Sabor	Aspecto general
1	88,0	12,0								
2	88,0	12,0								
3	88,0	12,0								
4	96,0	20,0								
5	80,0	20,0								
6	88,0	0,686								
7	96,0	4,0								
8	88,0	12,0								
9	80,0	4,0								
10	76,686	12,0								
11	88,0	12,0								
12	99,313	12,0								
13	88,0	23,313								

X₁: Hojuela de quinua (%)
X₂: Cáscara deshidratada en trozos de piña (%)

Para el procesamiento y los análisis de las características fisicoquímicas y sensoriales se trabajó con el programa estadístico Statgraphics Centurión.

3.4.2. Proceso de obtención de cáscara deshidratada en trozos de piña

- **Recepción de materia prima:** Se recibió y verificó que la piña no muestre señales de descomposición ni daño físico.
- **Lavado:** Se lavó la piña con agua potable para quitar impurezas.
- **Selección:** Se seleccionaron las piñas de acuerdo a su tamaño y peso.
- **Desinfección:** Se realizó la desinfección de la piña en agua con 20 ppm de cloro concentración por 3 minutos.
- **Pelado:** se realizó el pelado de la piña para obtener la cáscara en laminas.
- **Escaldado:** las cáscaras de piña se sometieron a una temperatura de 92 °C por 2 minutos con el fin de eliminar microorganismos.
- **Ecurrido:** se eliminan el exceso de agua que quedo en la cascarras de piña.
- **Deshidratado:** Se deshidrataron las cáscaras de piña en una estufa a una temperatura de 60 °C por 24 horas.

3.4.3. Proceso de obtención de la hojuela de quinua

➤ Recepción de la materia prima

El grano de la quinua debe estar libre de parásitos, contaminación microbiana fuera del límite o sustancias tóxicas. Las cuales se verifican con las fichas técnicas o certificados de calidad antes de ser aceptados. Para la elaboración de hojuelas de quinua se pretende contar con quinua lavada.

➤ Selección y clasificación

En este proceso se eliminan las sustancias ajenas al grano (pajas, piedras, palos y otras impurezas), esta operación se realiza mediante un equipo denominado seleccionadora de granos, luego para la eliminación del 100% de impurezas se trabaja manualmente (se retira los granos infestados) sobre mesas de acero inoxidable.

➤ Mezclado o pre tratamiento

Es un tratamiento necesario antes de la operación del laminado, esto consiste en acondicionar los granos de quinua con agua. La humedad originaria del grano de quinua es aproximadamente 11% y como producto de la operación de pretratamiento se alcanza una humedad final de 14%.

➤ Laminado

La operación de laminado se realiza con (granos humidificado). Este proceso se realizó en una máquina laminadora, los granos del cereal son aplanados mientras que pasan entre estos ejercen una presión hacia los granos, aplastándolos, modificando su forma y reduciendo su espesor, lo que facilita la cocción por existir mayor superficie de contacto. En esta etapa también se realiza el control de parámetros empleando un equipo medidor de humedad y un termómetro infrarrojo, siendo la temperatura menor a 30°C y una humedad menor 12% de la hojuela.

➤ Envasado

Las hojuelas son envasadas en bolsa de material: polipropileno biorientado (BOPP)/ polietileno de baja densidad (PEBD), como envase primario.

➤ Almacenamiento de producto terminado

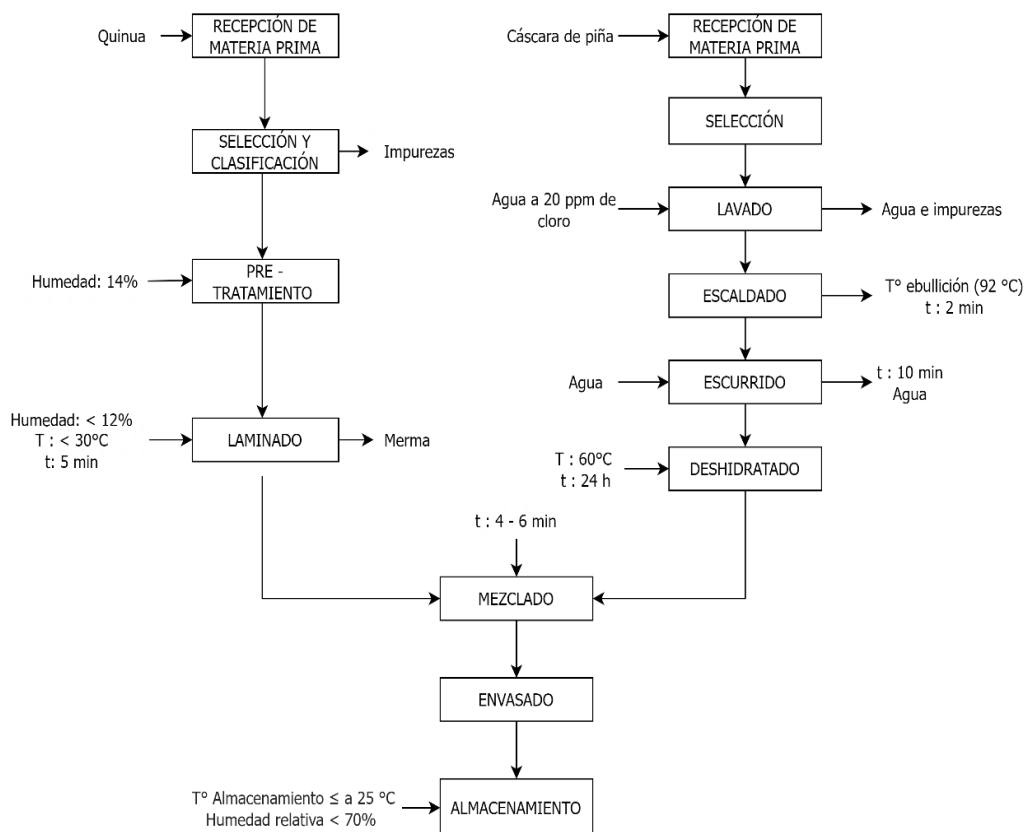
El producto final es almacenado en el área de producto terminado, a condiciones adecuadas; con distanciamientos de piso no menor a 20 cm, y nivel superior 60 cm, para la circulación de aire y control de insecto; las filas o pared deben de tener un distanciamiento de 50 cm como mínimo y el armado de rumas acuerdo al lote y día de producción.

3.4.4. Proceso de elaboración de hojuelas de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña

- **Mezclado:** tomando como referencia el cuadro de los tratamientos, se mezcló las hojuelas de quinua con cáscara deshidratada de trozos de piña.
- **Envasado:** El producto resultado de la mezcla fue pesado de acuerdo a las cantidades y envasado manualmente. Se realiza en bolsas stand up o doypack.
- **Almacenamiento:** El producto fue almacenado en un lugar fresco, seco y ventilado.

Figura 9

Diagrama de elaboración de hojuelas de quinua con cáscara de piña deshidratada en trozos



3.5. Metodología de análisis

3.5.1. Análisis fisicoquímico

- **Humedad:** NTP 206.011 Método de la Estufa.
- **Acidez** (expresada en ácido sulfúrico): NTP 205.039. 1975. harinas, Determinación de la acidez titulable.
- **Fibra cruda:** Se determinó utilizando el método de AOAC 920.86 2005.
- **Proteína:** Se comprobó mediante el método Kjeldahl- Método AOAC 2005.

3.5.2. Análisis sensorial

Los tratamientos fueron sometidos a evaluación sensorial, donde participaron 30 panelistas no entrenados a los cuales se les entregara una cartilla de evaluación; con el único objetivo de encontrar diferencias significativas entre las muestras de los diferentes tratamientos en la hojuela de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña y así poder escoger el mejor tratamiento que le atraiga al consumidor. Realizamos una evaluación subjetiva donde se asignó puntuaciones mediante una escala hedónica de 7 puntos, enfocando los caracteres de color, olor, sabor y aspecto general.

Los evaluadores se llevaron a cabo entre los estudiantes de la escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Tabla 14

Escala evaluación sensorial

Escala hedónica	Valor
Excelente	7
Muy bueno	6
Bueno	5
Aceptable	4
Deficiente	3
Malo	2
Muy malo	1

Nota. Fuente: Lutz et al. (2008)

3.5.3. Modelo estadístico

3.5.3.1. Evaluaciones de características fisicoquímicas y sensoriales

El procesamiento y análisis de datos se realizaron utilizando el modelo estadístico diseño compuesto central rotatable (DCCR), para lo cual se estableció los rangos mínimo y máximo de las variables de estudio. En el experimento se usó el software estadístico STATGRAPHICS CENTURION, este diseño determinó el resultado de las variables: “porcentaje de hojuela de quinua 80 – 96 %” y “porcentaje de cáscara de piña deshidratada, 4 – 20 %” para optimar el proceso en el estudio. La ecuación utilizada se muestra a continuación.

$$N.T = 2^P + 2P + C$$

4 4 5

Factores axiales central

Donde:

N.T. = Número de tratamientos

P = Número de factores

C = Número de tratamientos centrales

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis experimental de respuesta

En la Tabla 13 se presentan las variables dependientes o respuestas fisicoquímicas de humedad (%), acidez (expresada en ácido sulfúrico) (%), fibra cruda (%), y proteína (%) y sensoriales (incluyendo color, olor, sabor y aspecto general) en función de las dos variables independientes: concentración de hojuelas de quinua (%) y concentración de cáscara deshidratada en trozos de piña (%).

El análisis experimental evaluó los cambios fisicoquímicos y sensoriales de la formulación, presentando una secuencia de ensayos seleccionados junto con los datos de cada respuesta evaluada. El diseño experimental se realizó utilizando valores altos y bajos para cada variable independiente. Para confirmar esta observación inicial sobre el efecto de cada variable y sus interacciones, se llevó a cabo una evaluación estadística.

Tabla 15

Análisis fisicoquímicos y sensorial

Tratamientos	Variables dependientes							
	Humedad	Acidez (% ácido sulfúrico)	Fibra cruda	Proteína	Color	Olor	Sabor	Aspecto general
	(%)	(%)	(%)	(%)	Escala	Escala	Escala	Escala
T ₁	5,14	0,232	5,25	10,83	4	3	3	3
T ₂	5,33	0,221	5,29	10,70	3	3	4	3
T ₃	5,21	0,201	5,32	10,64	4	3	4	4
T ₄	6,02	0,231	8,13	11,92	4	4	4	4
T ₅	5,05	0,224	6,65	10,81	4	4	4	4
T ₆	4,36	0,214	2,22	9,80	4	4	4	4
T ₇	5,82	0,202	3,70	11,73	4	4	4	4
T ₈	5,44	0,215	5,27	10,92	4	4	4	4
T ₉	4,71	0,226	3,20	10,72	3	4	4	3
T ₁₀	4,54	0,206	4,93	10,59	4	4	4	4
T ₁₁	4,22	0,245	5,24	10,63	4	4	3	4
T ₁₂	5,03	0,213	5,84	12,05	4	4	4	4
T ₁₃	4,02	0,214	7,51	11,33	4	5	5	4

4.2. Análisis de superficie de respuesta del proceso de formulación y elaboración de hojuelas de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña

En la tabla 15, se observan los resultados experimentales de las características fisicoquímicas y sensoriales, obtenidos para los 13 tratamientos, estas respuestas oscilan dentro de los siguientes rangos: humedad (4,02 a 6,02%); acidez expresada en ácido sulfúrico (0,201 a 0,245 %); fibra cruda (8,13 a 2,22%); proteína (9,80 a 12,05) y color (3 a 4); olor (3 a 5), sabor (3 a 5) y aspecto general (3 a 4).

4.2.1. Método de superficie respuesta para la humedad

a) Análisis de varianza

El análisis de varianza facilita la evaluación de la influencia, estadísticamente significativa de las variables independientes (hojuelas de quinua y cáscara de piña deshidratada en trozos) sobre el contenido de humedad.

Tabla 16

Análisis de varianza para humedad

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Hojuelas de quinua	0,984981	1	0,984981	2,30	0,1728
B: Cáscara de piña deshid.	0,000716987	1	0,000716987	0,00	0,9685
AA	0,0517506	1	0,0517506	0,12	0,7381
AB	0,0025	1	0,0025	0,01	0,9412
BB	0,317836	1	0,317836	0,74	0,4171
Error total	2,99255	7	0,427507		
Total (corr.)	4,39077	12			

R-cuadrada = 31,8445 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0,0 por ciento

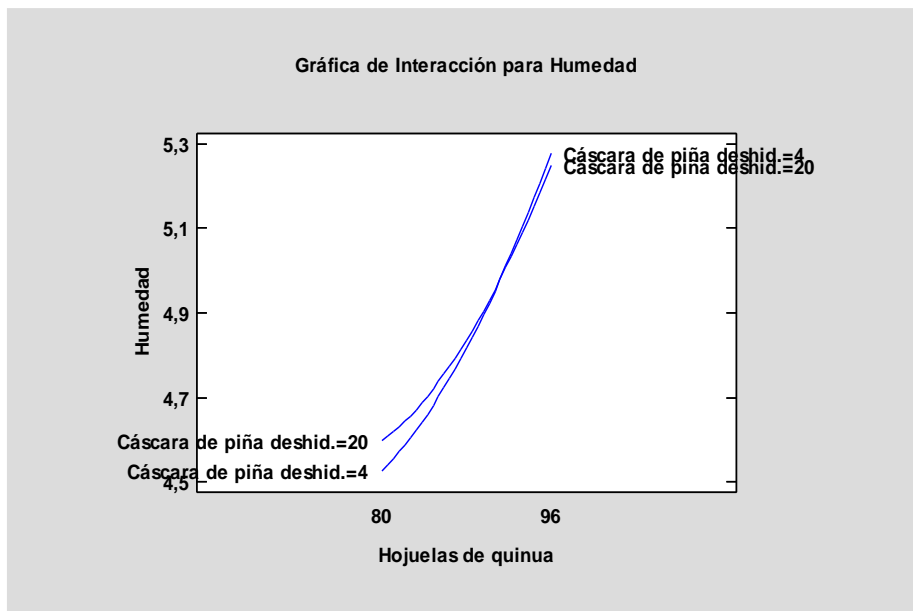
De acuerdo con el coeficiente de determinación R^2 , el modelo logra explicar el 31,8445 % de la variabilidad observada en el contenido de humedad influenciado por los dos factores analizados. No obstante, el R^2 ajustado, más adecuado para comparar modelos con distinta cantidad de variables independientes muestra un valor de 0,0 %, lo que indica que el modelo no logra explicar ninguna proporción significativa de la variabilidad de la variable dependiente. En este caso, los factores incluidos en el modelo no presentaron un efecto significativo sobre la variable analizada. Este resultado sugiere que no existen diferencias estadísticamente relevantes entre los grupos considerados, al menos en relación con la variable dependiente evaluada.

b) Interacción

En la figura 10 ilustra la interacción entre el contenido en humedad (%) y la variación del % hojuela de quinua para cada nivel de la cáscara deshidratada en trozos de piña.

Figura 10

Gráfica de la interacción para humedad (%) de hojuelas de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña



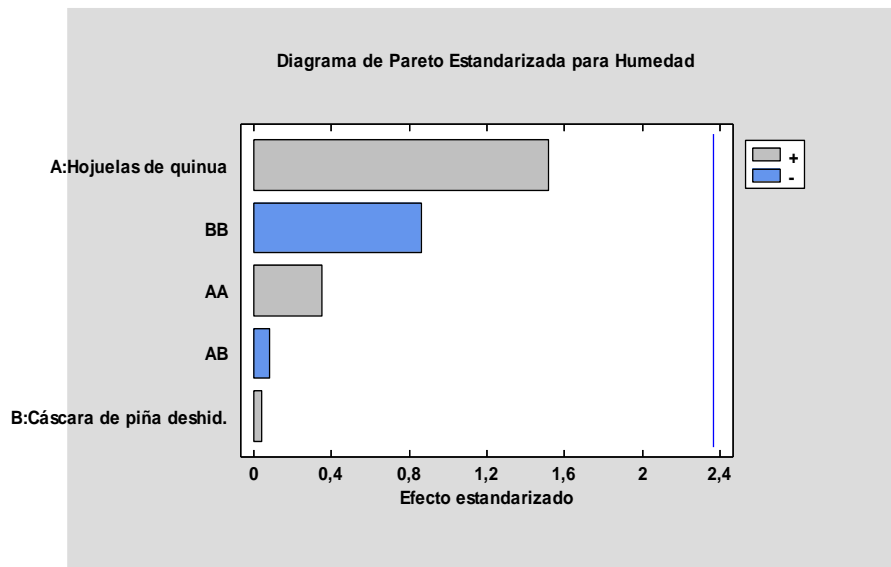
Asimismo, La figura de interacción representa el (%) de humedad en función de las variaciones en la cantidad de hojuelas de quinua, considerando cada nivel de cáscara de piña deshidratada por separado. Para ambos niveles de cáscara de piña, el aumento en las hojuelas de quinua incrementa la humedad, pero la pendiente de las líneas es ligeramente diferente. La interacción entre estas dos variables indica que el efecto de las hojuelas de quinua en la humedad depende de la cantidad de cáscara de piña utilizada. Esta gráfica obtenida no indica una información exacta es por tal razón que esta interacción fue corroborada con la tabla ANVA.

c) Carta estandarizada de Pareto

En la Figura 11, se observa la interacción entre los factores evaluados; sin embargo, dicha interacción no resulta estadísticamente significativa al nivel de 0,05. Esto se evidencia gráficamente, ya que las líneas correspondientes se mantienen dentro del intervalo del margen de error, sin sobrepasarlo.

Figura 11

Carta estandarizada de Pareto para la humedad



La Figura 11 indicó, que el % de humedad no presenta una significancia estadística con respecto a la variación de las hojuelas de quinua y cáscara de piña deshidratada en trozos, ni en sus interacciones. Esto indica que estos factores no tienen un efecto significativo en la humedad.

d) Coeficiente de regresión

La tabla 17

Se presentan los coeficientes de regresión correspondientes a los términos lineales, cuadráticos e interacción que integran la ecuación del modelo ajustado, el cual permite predecir el contenido de humedad en las hojuelas de quinua con adición de cáscara de piña deshidratada en trozos.

Tabla 17

Coeficiente de regresión para el modelo de determinación de Humedad

Coeficiente	Estimado
Constante	10,7089
A: Hojuelas de quinua	-0,188641
B: Cáscara de piña deshid.	0,115715
AA	0,00134767
AB	-0,000390625
BB	-0,00333984

De la tabla 17, se observa que el coeficiente regresor A = - 0,188641 del factor hojuelas de quinua tiene signo negativo, los signos negativos indican que por cada

unidad de cambio que este factor disminuye la respuesta de humedad en 0,19 unidades, el coeficiente regresor $B = 0,12$ de cáscara de piña deshidratada en trozos (%) indica que por cada unidad de cambio que aumenta este factor, la respuesta de humedad se eleva en 0,31 unidades. Para las interacciones tanto positivas y negativas nos indican los efectos entre los factores que son importantes para el cambio de la variable respuesta humedad.

a un nivel de significancia de 5% se afirma los coeficientes son pequeños, lo cual respalda la afirmación de que ninguno de estos factores ni sus interacciones tienen un impacto significativo en la humedad del producto final.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Humedad} = 10,7089 - 0,188641 * A + 0,115715 * B + 0,00134767 * A^2 - 0,000390625 * A * B - 0,00333984 * B^2$$

las variables independientes tienen un efecto cuadrático sobre la humedad (%) ello se visualiza de la ecuación.

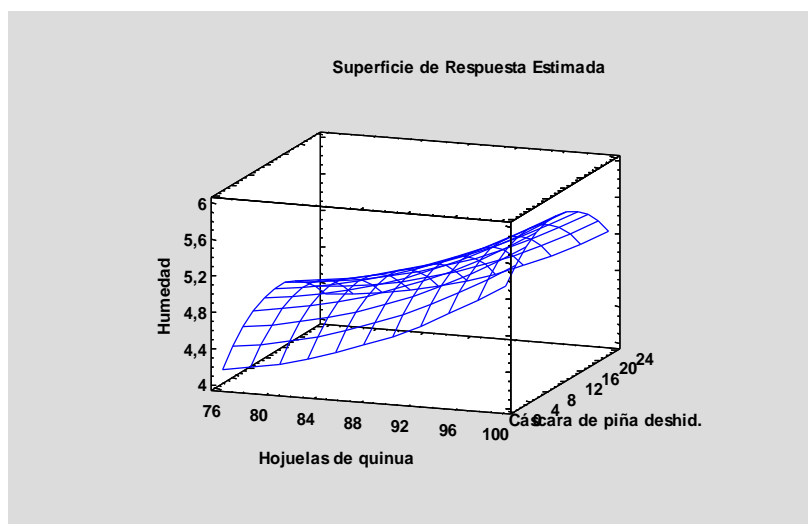
El modelo matemático predictivo expresa el contenido de humedad en función de las concentraciones de hojuelas de quinua y cáscara de piña deshidratada en trozos. Este modelo sirvió como base para la elaboración de las gráficas de superficie de respuesta y de contorno, que se muestran en las Figuras 12 y 13.

e) Superficie de respuesta estimada

La figura 12, muestra el efecto de los factores en estudio en el gráfico de superficie de respuesta estimada para la humedad.

Figura 12

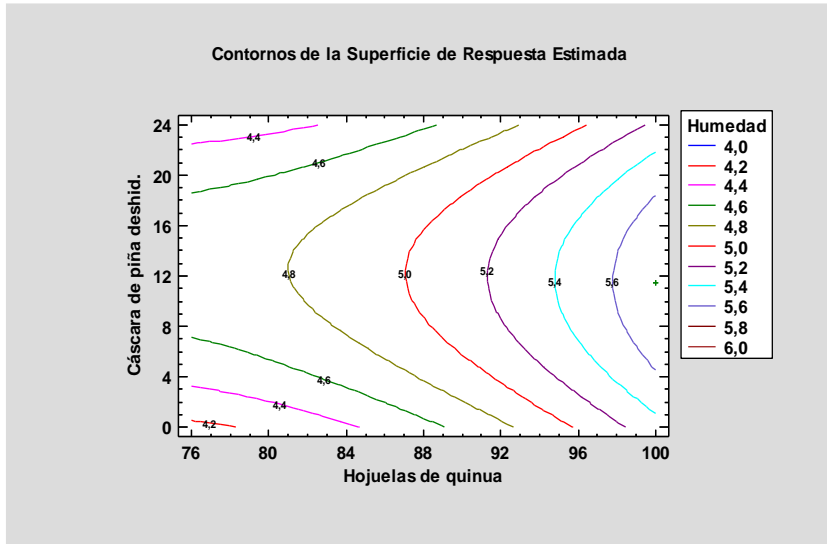
Superficie de respuesta estimada para la humedad (%)



La humedad se mantiene constante a medida que aumentan las hojuelas de quinua. Esto sugiere que las hojuelas de quinua tienen un impacto muy leve en la humedad. Mientras que en la cáscara de piña se muestra una leve curvatura hacia arriba con el aumento, lo que indica un incremento en la humedad. La forma suave de la superficie indica que no hay una interacción significativa entre ambos factores.

Figura 13

Gráfico de contornos de la superficie de respuesta estimada para humedad (%)



De la figura 13, se muestra que no hay una interacción significativa entre las variables de estudio. A lo largo del eje de las hojuelas de quinua la humedad se mantiene casi constante al variar el nivel de estas, lo que sugiere que este factor tiene un impacto muy leve y a medida que aumenta el nivel de cáscara deshidratada en trozos de piña, existe un incremento moderado de la humedad en el producto tratado.

f) Optimización de la respuesta

Utilizando la ecuación de regresión, se comprobó que el contenido máximo de humedad ocurre bajo condiciones que se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18

Condiciones de optimización de la humedad

Valor óptimo = 5,76132

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Hojuelas de quinua	76,0	100,0	100,0
Cáscara de piña deshid.	0,0	24,0	11,4766

La NTP 205.061.2013, establece que el contenido máximo de humedad de las hojuelas de quinua no debe exceder el 13,5%. El límite de este parámetro es importante porque

afecta tanto la calidad como la vida útil del producto. El elevado contenido puede favorecer el crecimiento de microorganismos, como mohos y levaduras, lo que comprometería la seguridad alimentaria y el deterioro del producto. Asimismo, la humedad influye en la textura, el sabor y la estabilidad del producto final. Por su parte, Condori (2016) informa que el contenido de humedad en las hojuelas de quinua de la variedad Juli es de 6,39%.

En cuanto a la cáscara de piña deshidratada, Colmenares (2016) reporta un contenido de humedad de $5,06 \pm 0,92\%$, mientras que Soriano (2024) informa un valor de 6,16%. Este último resultado es comparable a lo encontrado en otros estudios, lo que sugiere una consistencia en los niveles de humedad de la cáscara de piña deshidratada en diversas investigaciones; El contenido de humedad depende mucho por el grosor de las cáscaras y las condiciones de tiempo y temperatura aplicadas durante el proceso de deshidratado.

Como se observa en la tabla 18, la formulación de las hojuelas de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña presentó un contenido de humedad cercano a lo que reportan los autores, con un valor de 5,76%, considerándose la óptima. Al realizar la comparación individual de estas dos variables, la humedad es menor por lo que se deduce que la cáscara de piña deshidratada, actúa como un absorbente de humedad ya que las hojuelas de quinua presentan un mayor porcentaje, lo que provoca un equilibrio de los niveles de humedad entre ambos ingredientes.

4.2.2. Método de superficie respuesta para acidez (expresado ácido sulfúrico)

a) Análisis de varianza para acidez (expresado en ácido sulfúrico)

La tabla ANOVA, identifica los efectos significativos que influyen sobre los valores de acidez, expresados en términos de ácido sulfúrico, los cuales constituyen la variable respuesta del estudio.

Tabla 19

Análisis de varianza para acidez (expresado ácido sulfúrico)

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Hojuelas de quinua	0,00000630216	1	0,00000630216	0,03	0,8669
B: Cáscara de piña deshid.	0,000091125	1	0,000091125	0,44	0,5298
AA	0,000134678	1	0,000134678	0,65	0,4481
AB	0,00024025	1	0,00024025	1,15	0,3188
BB	0,0000321563	1	0,0000321563	0,15	0,7063
Error total	0,00146037	7	0,000208625		
Total (corr.)	0,00195031	12			

R-cuadrada = 25,1209 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0,0 porciento

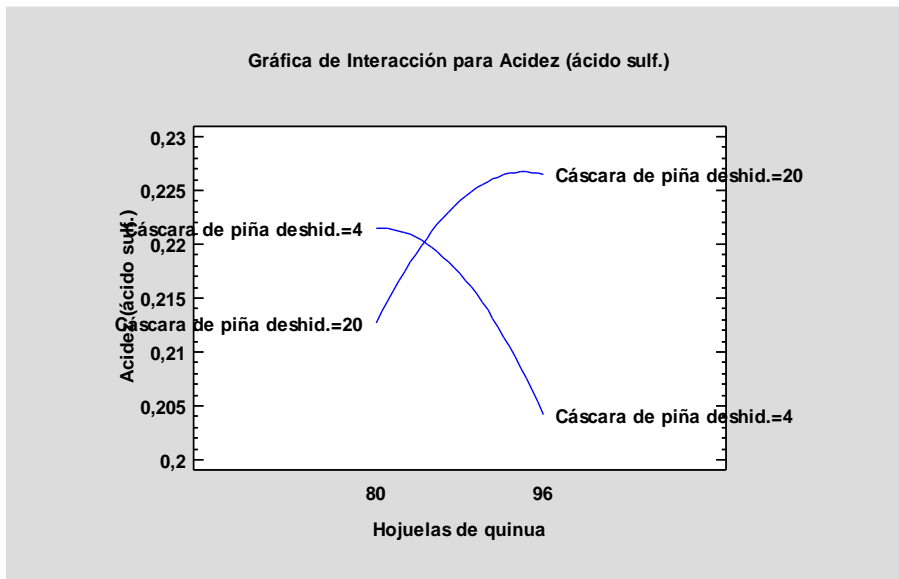
De acuerdo al R^2 estadístico, el modelo explica el 25,12 % de la variabilidad en el contenido de acidez (expresado en ácido sulfúrico) afectada por los dos factores. Mientras que, el R^2 ajustado, que permite hacer una comparación entre modelos con diferentes variables independientes, indica 0,0 % de la variabilidad que no es afectada por los factores (hojuelas de quinua (%) y cáscara deshidratada en trozos de piña (%)) analizados. De forma gráfica, se puede observar la significancia de los datos en la carta estandarizada de Pareto.

b) Interacción

En la figura 14, el gráfico de interacción presenta el porcentaje de acidez (expresado como ácido sulfúrico) en función de las variaciones en la cantidad de hojuelas de quinua, considerando cada nivel de cáscara de piña deshidratada en trozos.

Figura 14

Gráfica de la interacción para acidez (expresado ácido sulfúrico) (%)



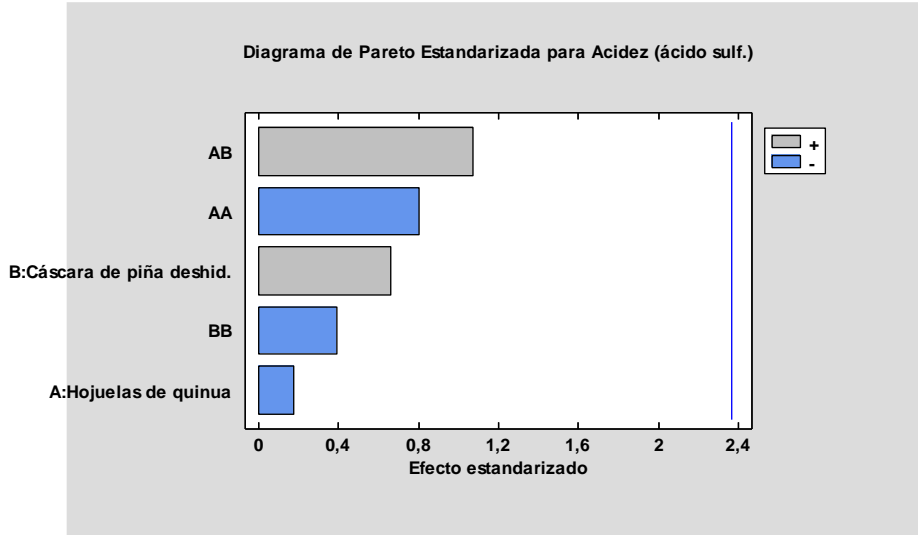
De la Figura 14, se evidencia que las líneas se cruzan, lo que indica una interacción significativa entre la cantidad de hojuelas de quinua y la cantidad de cáscara deshidratada en trozos de piña. En consecuencia, el efecto de la proporción de hojuelas de quinua sobre la acidez depende directamente de la cantidad de cáscara de piña deshidratada. Esto sugiere que ambos factores deben analizarse en conjunto para optimizar el resultado y lograr un mejor control de la acidez.

c) Carta estandarizada de Pareto

La carta de Pareto estandarizada nos muestra los factores y sus interacciones en relación con la variable de respuesta.

Figura 15

Carta estandarizada de Pareto para la acidez (expresado ácido sulfúrico)



En la Figura 15, se observa que los efectos AB y AA son los más influyentes en la acidez. Esto se debe a que los factores A y B representan una interacción. Esto indica que el efecto de un factor varía en función de la cantidad del otro. Por eso, la combinación de estos dos factores afecta significativamente la acidez, más que cada factor por separado. Además, cuando ambos factores están presentes en ciertas cantidades, la acidez tiende a aumentar. Por otro lado, la cantidad de hojuelas de quinua tiene un efecto muy bajo en comparación con los factores anteriores. Por esta razón, es fundamental analizar las interacciones entre factores, ya que parecen desempeñar un papel clave en la variación de la acidez.

d) Coeficiente de regresión

La Tabla 20 muestra los coeficientes de regresión estimados para cada uno de los factores lineales, cuadráticos y de interacción que conforman la ecuación de regresión cuadrática utilizada para modelar el comportamiento de la variable respuesta en función de la cantidad de hojuelas de quinua y cáscara de piña deshidratada en trozos.

Tabla 20*Coefficiente de regresión para la acidez (expresado ácido sulfúrico)*

Coefficiente	Estimado
constante	-0,181862
A: Hojuelas de quinua	0,0105359
B: Cáscara de piña deshid.	-0,00942813
AA	-0,00006875
AB	0,000121094
BB	-0,0000335937

De la tabla 20, se observa, que el coeficiente regresor A = 0,01 del factor tiene signo positivo, esto indica al aumentar la cantidad de hojuelas de quinua, se incrementa la variable de respuesta en 0,011 unidades, el factor B = -0,009 este coeficiente negativo sugiere que, al aumentar la cantidad de cáscara deshidratada en trozos de piña, la variable de respuesta disminuye en 0,009 unidades. Para las interacciones AA y BB indica una ligera disminución en la acidez (expresado en ácido sulfúrico) a medida que se incrementa el nivel de los factores, mientras que la interacción AB es positivo, lo que significa que el efecto combinado de las hojuelas de quinua y la cáscara de piña deshidratada en trozos incrementa la variable de respuesta (acidez).

La ecuación del modelo ajustado es:

$$Acidez = 0,181862 + 0,0105359 * A - 0,00942813 * B - 0,00006895 * A^2 + 0,000121094 * A * B - 0,0000335937 * B^2$$

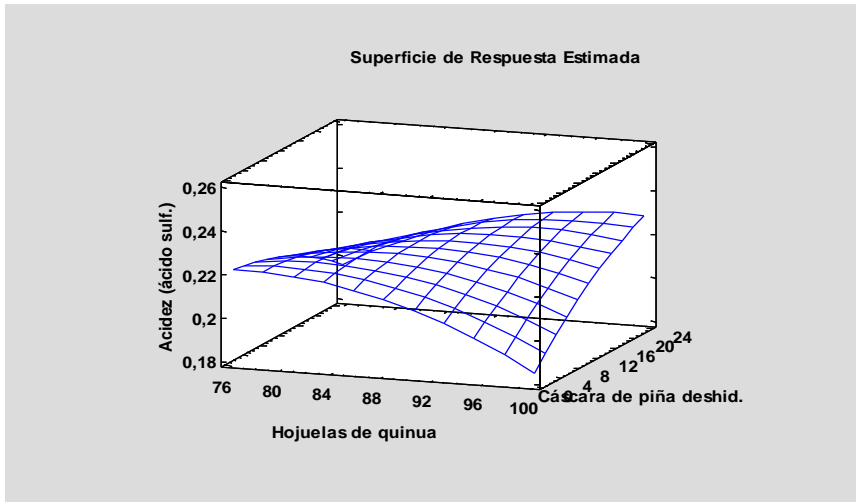
La ecuación presentada constituye el modelo matemático predictivo del contenido de acidez (expresado como ácido sulfúrico), en función de las concentraciones de las variables independientes. Este modelo fue utilizado para generar las gráficas de superficie de respuesta y de contorno, que se encuentran ilustradas en las figuras 16 y 17.

e) Superficie de repuesta estimada

De la figura 16, superficie de respuesta estimada para la acidez (hojuelas de quinua (%) y cáscara deshidratada en trozos de piña (%)), muestra los efectos que ocasionan en la variable dependiente.

Figura 16

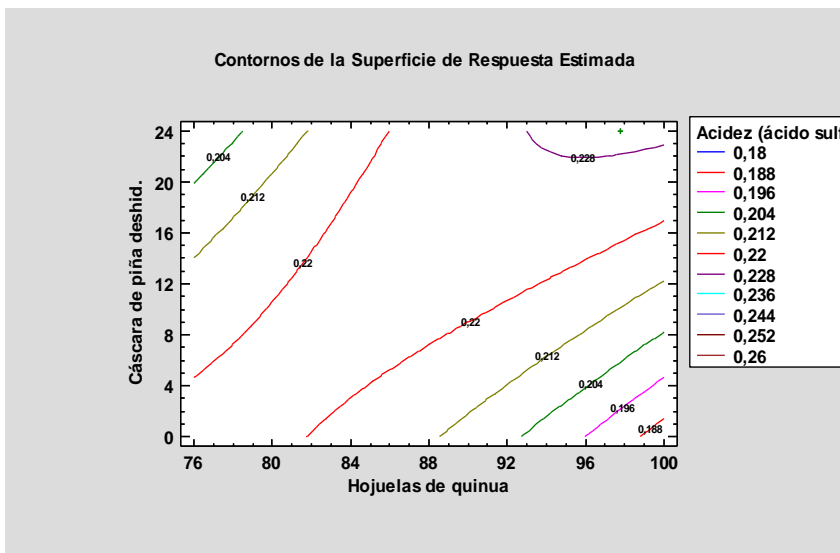
Superficie de respuesta estimada para la acidez (expresado ácido sulfúrico) (%)



En la figura 16, se visualiza que la acidez a mayor porcentaje de la hojuela de quinua esta disminuye, mientras que a porcentajes mayores de cáscara deshidratada en trozos de piña la acidez muestra un ligero aumento.

Figura 17

Gráfico de contornos de la superficie de respuesta estimada para acidez (expresado en ácido sulfúrico) (%)



En la Figura 17, se observa que una reducción en el porcentaje de hojuelas de quinua y de cáscara deshidratada en trozos de piña está relacionada con una disminución en el nivel de acidez. Asimismo, se confirma que los valores más altos de acidez se encuentran en la zona donde las concentraciones de ambos ingredientes varían entre 0,228 y 0,236, incrementándose conforme aumentan las cantidades de cáscara de piña y hojuelas de quinua.

f) Optimización de la respuesta

La máxima acidez (expresada en ácido sulfúrico) se alcanza en las condiciones que se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21

Condiciones de optimización de la acidez (expresado en ácido sulfúrico)

Valor óptimo: 0,229576

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Hojuelas de quinua	76,0	100,0	97,7633
Cáscara de piña deshid.	0,0	24,0	24,0

Los resultados muestran la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza la acidez sobre la región indicada, siendo 0,229%.

La acidez es un factor crucial en la formulación de alimentos, ya que no solo afecta el sabor, textura, sino también la estabilidad y la conservación del producto. En el contexto del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma (2022), se establece que la acidez máxima permitida en hojuelas a base de quenopodiáceas, expresada en ácido sulfúrico, debe ser de 0,2%. Este parámetro busca garantizar la calidad y la seguridad alimentaria de los productos que se ofrecen. La cáscara de piña, según Colmenares (2016), presenta una acidez significativamente más alta, con un porcentaje de $0,88 \pm 0,92$. Este dato resalta la importancia de evaluar la adición de ingredientes con alta acidez en formulaciones alimentarias.

Según el estudio de Landi (2022), se observa que una formulación que incluye un 70% de harina de trigo, 20% de harina de cáscara de piña y 10% de harina de cáscara de pitahaya resulta en una acidez del 0,22%. Las harinas de cáscara de piña y pitahaya son subproductos que, al ser incorporados, pueden aportar compuestos, como ácidos orgánicos, que afectan la acidez de la mezcla. También enriquece la mezcla con nutrientes adicionales, como vitaminas, minerales y antioxidantes, que pueden ser beneficiosos para la salud.

De acuerdo al resultado obtenido que es de 0,229%; siendo este un valor alto. De la formulación de la hojuela de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña, es probable que el nivel de acidez se incremente debido al aporte de los ácidos presentes en la cáscara de piña. Este cambio puede reflejarse en una mayor concentración de acidez, medida en ácido sulfúrico, dentro del rango observado en la gráfica 17 (en torno a 0,228 a 0,236).

4.2.3. Método de superficie de respuesta para fibra cruda

a) Análisis de varianza

La tabla ANOVA que se presenta a continuación identifica los efectos significativos que afectan la variable respuesta, correspondiente a la fibra cruda.

Tabla 22

Análisis de varianza para la fibra cruda

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Hojuelas de quinua	1,33411	1	1,33411	35,83	0,0006
B: Cáscara de piña deshid.	29,4958	1	29,4958	792,13	0,0000
AA	0,131044	1	0,131044	3,52	0,1028
AB	0,2401	1	0,2401	6,45	0,0387
BB	0,104817	1	0,104817	2,81	0,1373
Error total	0,260653	7	0,0372361		
Total (corr.)	31,6017	12			

R-cuadrada = 99,1752 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 98,586 porciento

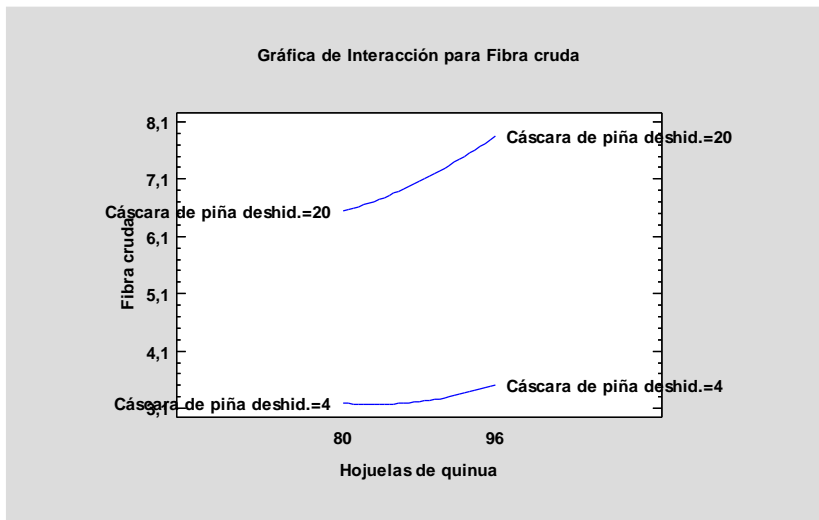
El análisis ANOVA mostró que la cáscara deshidratada en trozos de piña (factor B) tuvo un efecto altamente significativo sobre el contenido de fibra cruda ($F = 792,13$; $p < 0,001$), seguido por las hojuelas de quinua (factor A) ($F = 35,83$; $p < 0,001$) y la interacción AB ($F = 6,45$; $p = 0,0387$). Esto indica que ambos ingredientes, y especialmente su combinación, influyen en el incremento del contenido de fibra cruda. La gráfica de interacción refuerza estos resultados, mostrando que el contenido de fibra cruda aumenta cuando se eleva el porcentaje de ambos ingredientes, especialmente con niveles altos de cáscara deshidratada en trozos de piña. El modelo presentó un R^2 de 99,18% y un R^2 ajustado de 98,59%, lo que confirma que casi toda la variabilidad del contenido de fibra es explicada por los factores estudiados. Esto demuestra un excelente ajuste del modelo y la eficacia del diseño experimental utilizado, la forma gráfica de la significancia de los datos, se visualiza en la carta estandarizada de Pareto figura 19.

b) Interacción

En la Figura 18, el gráfico de interacción ilustra el porcentaje de fibra cruda en función de los cambios en el porcentaje de hojuelas de quinua, considerando cada nivel de cáscara deshidratada en trozos de piña por separado.

Figura 18

Gráfica de la interacción para fibra cruda (%) de hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña



De la figura 18, de interacción muestra cómo varía el contenido de fibra cruda en función de las proporciones de hojuelas de quinua y cáscara de piña deshidratada. Se observan dos curvas correspondientes a niveles bajos (4%) y altos (20%) de cáscara de piña. De acuerdo con esta figura, a medida que aumenta el porcentaje de hojuelas de quinua, también lo hace ligeramente el contenido de fibra cruda, aunque el efecto más notable ocurre cuando la cáscara deshidratada en trozos de piña se encuentra en su nivel más alto (20%). En este caso, se evidencia una mayor pendiente en la curva, lo que indica una interacción positiva entre ambos ingredientes para incrementar la fibra cruda.

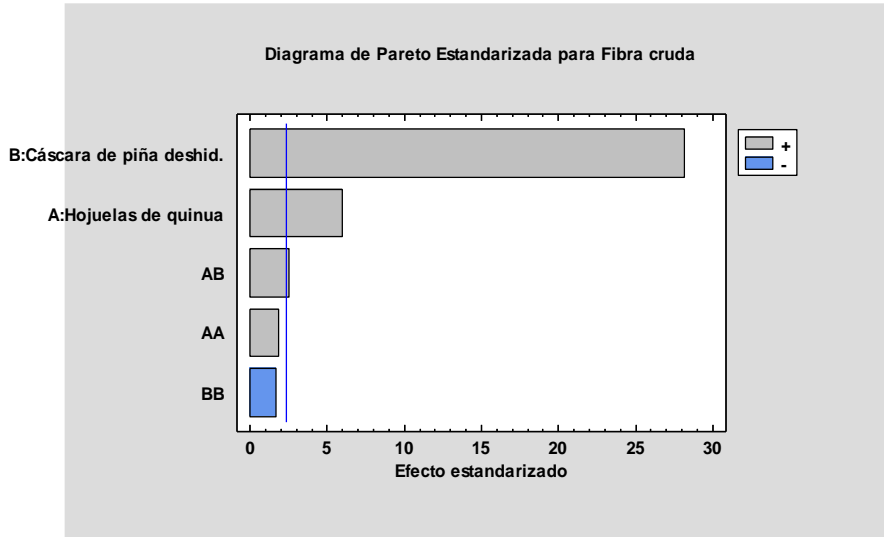
Tanto el análisis estadístico como la representación gráfica demuestran que la cáscara deshidratada en trozos de piña es el principal factor responsable del aumento de fibra cruda, y que la interacción con la quinua contribuye adicionalmente a mejorar este parámetro. Estos hallazgos respaldan la viabilidad del uso combinado de ambos ingredientes para enriquecer las formulaciones con alto contenido de fibra.

c) Carta estandarizada de Pareto

El diagrama de Pareto presenta los efectos estandarizados estimados organizados en orden descendente según su grado de importancia.

Figura 19

Carta estandarizada de Pareto para la fibra cruda



En la figura 19, se observan los efectos que ejercen los factores analizados sobre el % de fibra cruda, determinándose que el factor A (% hojuelas de quinua), B (% cáscara deshidratada en trozos de piña) y AB, afectan significativamente a la fibra cruda, su influencia es muy considerable en la formulación.

d) Coeficiente de regresión

En la Tabla 23 se muestran los coeficientes de regresión estimados para cada factor, los cuales permiten construir la ecuación de regresión cuadrática que describe el comportamiento de la variable respuesta en función de las concentraciones de las variables independientes.

Tabla 23

Coeficiente de regresión para la fibra cruda

Coeficiente	Estimado
constante	18,2593
A: Hojuelas de quinua	-0,37233
B: Cáscara de piña deshid.	-0,0508252
AA	0,00214453
AB	0,00382812
BB	-0,00191796

De la tabla 23, se observa, que el coeficiente regresor A = -0,37 del factor tiene signo negativo, lo que sugiere que, al incrementar la cantidad de hojuelas de quinua, la

variable de respuesta disminuye en 0,37 unidades, el factor B = -0,05 este coeficiente negativo indica que un aumento en la cantidad de cáscara deshidratada en trozos de piña disminuye la variable de respuesta en 0,05. Para las interacciones AA, a medida que se incrementa el nivel de hojuelas de quinua, el impacto negativo inicial disminuye, esto indica que el efecto negativo se atenúa en niveles más altos; AB es positivo, esta combinación de ambos factores aumenta ligeramente la variable de respuesta. Esto implica que el efecto conjunto de los dos es más favorable que el efecto individual y la interacción negativa de BB, muestra que, al incrementar el nivel de cáscara deshidratada en trozos de piña, el impacto de la variable respuesta disminuye.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\begin{aligned} \text{Fibra cruda} = & 18,2593 - 0,37233 * A - 0,0508252 * B + 0,00214453 * A^2 \\ & + 0,00382812 * A * B - 0,00191796 * B^2 \end{aligned}$$

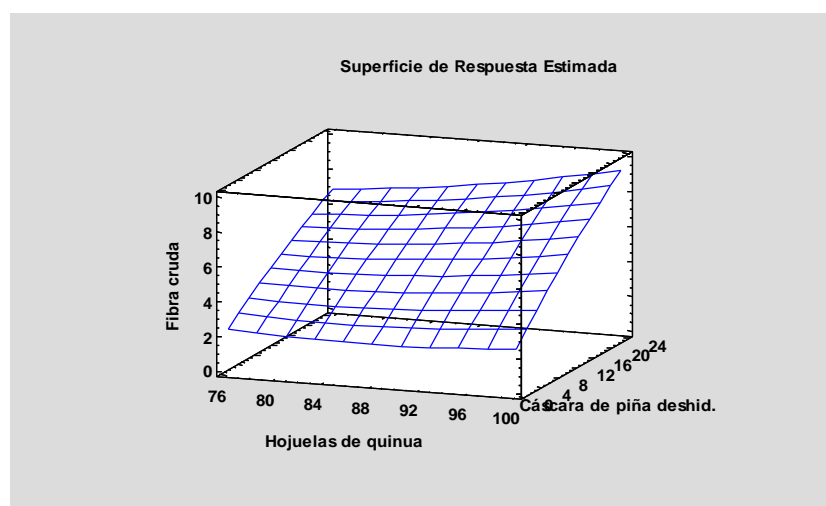
La ecuación presentada constituye el modelo matemático predictivo del contenido de fibra cruda en función de las concentraciones de las variables independientes. Este modelo sirvió para elaborar las gráficas de superficie de respuesta y de contorno que se muestran en las figuras 20 y 21.

e) Superficie de repuesta estimada

La figura 20, evidencia el efecto de los factores en estudio en el gráfico de superficie de respuesta estimada para la fibra cruda.

Figura 20

Superficie de respuesta estimada para la fibra cruda (%)

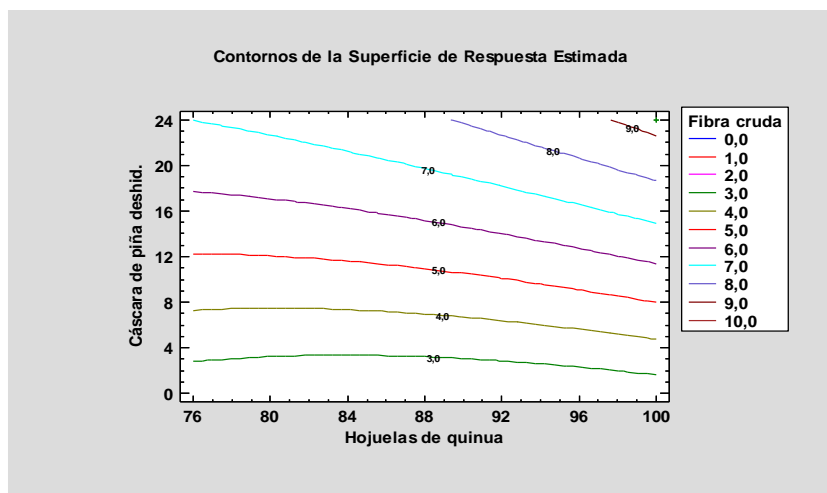


En la figura 20, observamos que el contenido de la fibra cruda en la hojuela de quinua es constante. Mientras, que a medida que se aumenta la proporción de cáscara deshidratada en trozos de piña, el contenido de fibra cruda incrementa de manera

notable. Este incremento resulta significativo debido al elevado contenido de fibra presente en la cáscara de piña, lo cual impacta directamente en el contenido total de fibra en la mezcla.

Figura 21

Gráfico de contornos de la superficie de respuesta estimada para fibra cruda (%)



La figura 21, muestra que no existe interacción entre las variables en estudio, afirmándose que la cantidad de fibra cruda disminuye de forma progresiva al aumentar las hojuelas de quinua y al disminuir la cantidad de cáscara deshidratada en trozos de piña. Esto indica que, para obtener niveles más altos de fibra cruda, es necesario aumentar el porcentaje de cáscara deshidratada en trozos de piña y reducir la cantidad de hojuelas de quinua.

f) Optimización de la respuesta de la fibra cruda

Haciendo uso de la ecuación de regresión, se determinó que el contenido máximo de fibra cruda se alcanza en las condiciones que se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24

Condiciones de optimización para la fibra cruda

Valor óptimo: 9,33465 (%)

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Hojuelas de quinua	76,0	100,0	100,0
Cáscara de piña deshid.	0,0	24,0	24,0

En la tabla anterior se muestra las combinaciones de los niveles de factores, el cual maximizo la fibra cruda, obteniendo una concentración óptima de 9,33%.

La fibra es un componente esencial en la dieta diaria que desempeña un papel fundamental en la salud digestiva y en la prevención de diversas enfermedades. Las

especificaciones técnicas y los estudios sobre la fibra en las hojuelas de quinua son de gran relevancia para garantizar la calidad nutritiva. De acuerdo con la Norma Técnica Peruana (NTP) 205.061 (2013), se establece que las hojuelas de quinua deben contener un mínimo de 2% de fibra cruda. Un estudio de Casas et al. (2018) destaca la creciente demanda de productos listos para consumir que sean saludables, subrayando que las hojuelas de quinua pueden aportar un contenido de fibra de hasta 3,8 g por cada 100 g de producto. Esta cantidad es significativa y contribuye a una dieta equilibrada, especialmente en un contexto donde se busca facilitar el consumo de alimentos ricos en nutrientes.

Según un estudio de Condori (2016), se encontró que las hojuelas de quinua de la variedad blanca Juli contienen un contenido de fibra cruda de 1,37%. Esta cifra es notable, ya que refleja la importancia de esta variedad en la oferta.

La cáscara de piña, un subproducto común descartado en la industria alimentaria, ha demostrado ser una fuente valiosa de fibra cruda, con un contenido del 2,24% según Aguirre (2022). Este componente es esencial para diversas funciones fisiológicas. Es fundamental para el buen funcionamiento del sistema digestivo. Ayuda a regular el tránsito intestinal, previene el estreñimiento. Sin embargo, Soriano (2024), reporta un alto contenido de fibra siendo 15,32%.

Cedeño y Zambrano (2014), en su investigación propone una opción para el procesamiento e industrialización de cáscaras de piña y mango para darle un valor agregado, con el fin de determinar su uso como fuente de fibra dietética en la elaboración de galletas. Se analizaron las propiedades bromatológicas de las cáscaras, obteniéndose los siguientes resultados: fibra cruda de 15,03% y 12,5%.

Córdova y García, (2021), se evaluaron tres formulaciones con diferentes porcentajes de cáscaras de 1,90%, 3,06% y 4,97%. El estudio consistió en dos procesos principales: la deshidratación de las cáscaras de fruta y la elaboración de las galletas. Se analizaron aspectos fisicoquímicos resultando con 5,55% de fibra cruda

Para fibra cruda los resultados obtenidos en el laboratorio fue 9,33% considerándose óptima, siendo diferente a lo mencionado por dichos autores. Esto debido a que el contenido de fibra cruda es más sensible al aumento de la cáscara de piña. El cambio más pronunciado en los valores de fibra cruda ocurre cuando la cáscara deshidratada en trozos de piña está cerca del 24%, donde se alcanzan los valores más altos (cerca a 10% de fibra). Para maximizar el contenido de fibra cruda en la formulación, es clave aumentar la proporción de cáscara deshidratada en trozos de piña, mientras que el

porcentaje de hojuelas de quinua tiene un efecto menos significativo sobre el aumento de fibra. Las cáscaras secas de la piña aportan 75,9-86,4 g de fibra (Romo, 2019); el uso de cáscara de piña aporta múltiples ventajas para la digestión gracias a su alto contenido de fibra.

4.2.4. Método de superficie de respuesta para proteína

a) Análisis de varianza

La tabla 25, presenta resultados del estudio de varianza para determinar si hay diferencia significativa entre los tratamientos en función a la proteína, obtenidos en el Diseño Compuesto Rotable (DCCR).

Tabla 25

Análisis de varianza para proteína

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Hojuelas de quinua	2,18902	1	2,18902	20,25	0,0028
B: Cáscara de piña deshid.	0,746487	1	0,746487	6,91	0,0340
AA	0,98414	1	0,98414	9,11	0,0195
AB	0,0025	1	0,0025	0,02	0,8834
BB	0,0000131545	1	0,0000131545	0,00	0,9915
Error total	0,756576	7	0,108082		
Total (corr.)	4,69672	12			

R-cuadrada = 81,8464 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 66,7183 porciento

El análisis ANOVA mostró que el factor A (hojuelas de quinua) tuvo un efecto altamente significativo sobre el contenido de proteína, evidenciando su contribución directa debido a su alto valor nutricional. El factor B (cáscara deshidratada en trozos de piña) también fue significativo, aunque en menor medida, posiblemente por un efecto secundario de su composición. Asimismo, la interacción cuadrática AA fue significativa, indicando que el efecto de la quinua sobre la proteína no es completamente lineal. En cambio, las interacciones AB y BB no fueron significativas ($p > 0,05$), lo que sugiere que no existe un efecto combinado importante entre ambos factores ni una relación cuadrática relevante con la piña.

En cuanto al ajuste del modelo, el coeficiente de determinación R^2 fue de 81,85%, lo que indica que el modelo explica una alta proporción de la variabilidad en el contenido de proteína. Sin embargo, el R^2 ajustado (66,72%) sugiere que, al considerar el número de factores y grados de libertad, el modelo se mantiene aceptablemente explicativo, aunque con cierta variabilidad no capturada por los factores estudiados.

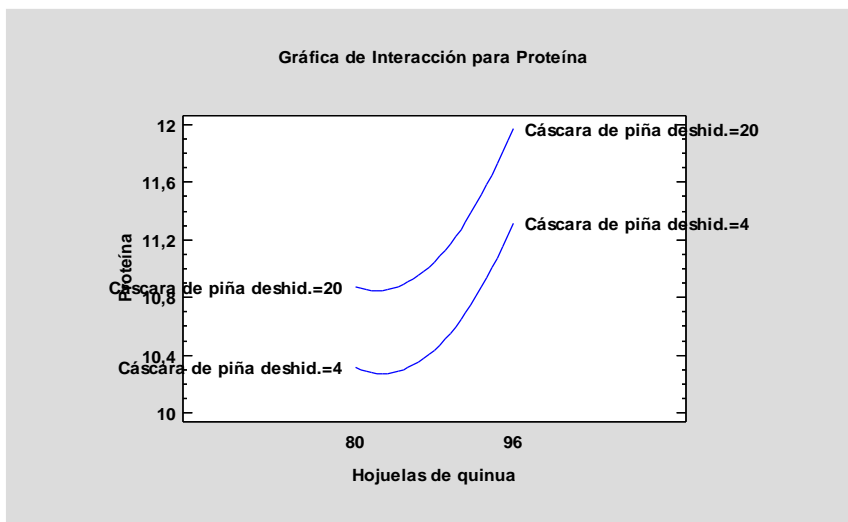
En forma gráfica, se puede observar la significancia de los datos en la carta estandarizada de Pareto.

b) Interacción

El gráfico de interacción representa el porcentaje de proteína en función de los cambios en la proporción de hojuelas de quinua, considerando cada nivel de cáscara deshidratada en trozos de piña de manera individual.

Figura 22

Gráfica de la interacción para proteína (%) de hojuelas de quinua y de cáscara deshidratada en trozos de piña



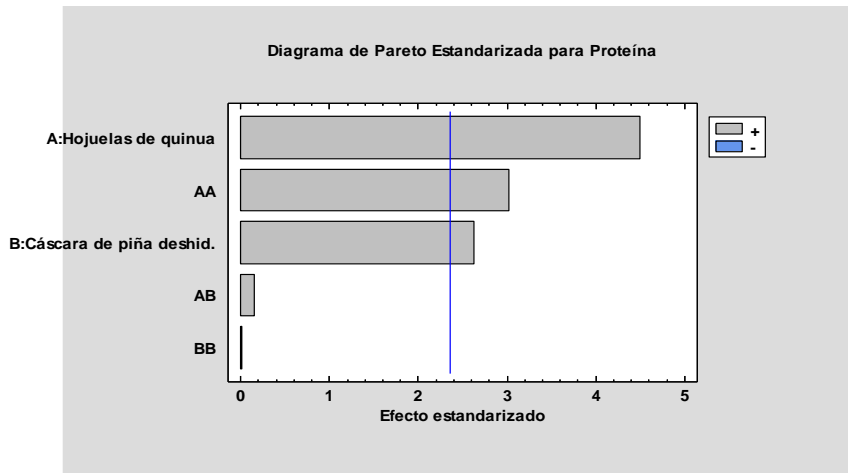
La gráfica de interacción para el contenido de proteína revela una influencia conjunta significativa de las hojuelas de quinua y la cáscara deshidratada en trozos de piña. Se observa que, a medida que aumenta el porcentaje de hojuelas de quinua, el contenido de proteína también se incrementa, especialmente cuando se emplea una mayor proporción de cáscara deshidratada en trozos de piña (20%). Esto sugiere una interacción positiva entre ambos ingredientes que favorece la concentración proteica del producto final. Por otro lado, la forma no paralela de las curvas indica una interacción significativa entre los factores evaluados, lo que implica efectos dependiendo del nivel del otro. En contexto, se destaca que los mayores valores de proteína se alcanzan con una combinación de alta cantidad de quinua y alta proporción de cáscara deshidratada en trozos de piña, lo cual podría ser considerado como una combinación óptima para mejorar el contenido proteico del producto.

c) Carta estandarizada de Pareto

La carta estandarizada de Pareto para la proteína, muestra los factores en estudio y sus interacciones.

Figura 23

Carta estandarizada de Pareto para la proteína



En la Figura 23 se evidencian los efectos lineales, cuadráticos y de interacción de las variables independientes. Se observa que el factor A (% de hojuelas de quinua), el factor B (% de cáscara deshidratada en trozos de piña) y el término cuadrático AA presentan un efecto estadísticamente significativo al nivel de $\alpha = 0,05$. Esto se confirma al visualizar que las barras correspondientes sobrepasan la línea del margen de error. Además, el efecto de estos factores sobre la variable respuesta (proteína) es positivo, lo que indica una influencia considerable en su incremento.

d) Coeficiente de regresión

La Tabla 26 muestra los coeficientes de regresión estimados correspondientes a los términos lineales, cuadráticos y de interacción, los cuales permiten construir la ecuación de regresión cuadrática que modela el comportamiento de la variable respuesta (contenido de proteína) en función de las concentraciones de la cáscara deshidratada en trozos de piña.

Tabla 26

Coeficiente de regresión para la proteína

Coeficiente	Estimado
constante	50,4524
A: Hojuelas de quinua	-0,973646
B: Cáscara de piña deshid.	0,00432422
AA	0,00587696
AB	0,000390625
BB	-0,0000214862

En la tabla 26, se observan que el coeficiente regresor $A = -0,97$ tienen signo negativo indica que, al aumentar la cantidad de hojuelas de quinua, la variable de respuesta disminuye en 0,97 unidades. El factor $B = 0,004$ este coeficiente positivo muestra que un incremento en la cantidad cáscara deshidratada en trozos de piña aumenta la variable de respuesta en 0,004 unidades. Aunque el efecto es pequeño, indica una relación positiva. Para las interacciones AA cuando el nivel de hojuelas incrementa, el impacto negativo inicial se reduce, haciendo que el efecto sea menos desfavorable en niveles más altos; interacción AB combinación de estos dos factores tiene un efecto ligeramente positivo en la variable de respuesta. Esto implica que la interacción entre ambos incrementa levemente el valor de la respuesta, aunque el efecto es bastante pequeño y la interacción BB, indica que, a niveles más altos de cáscara de piña deshidratada, el efecto positivo inicial tiende a disminuir. Este término sugiere una ligera disminución en la variable respuesta a medida que se aumente el factor B.

La ecuación del modelo ajustado es:

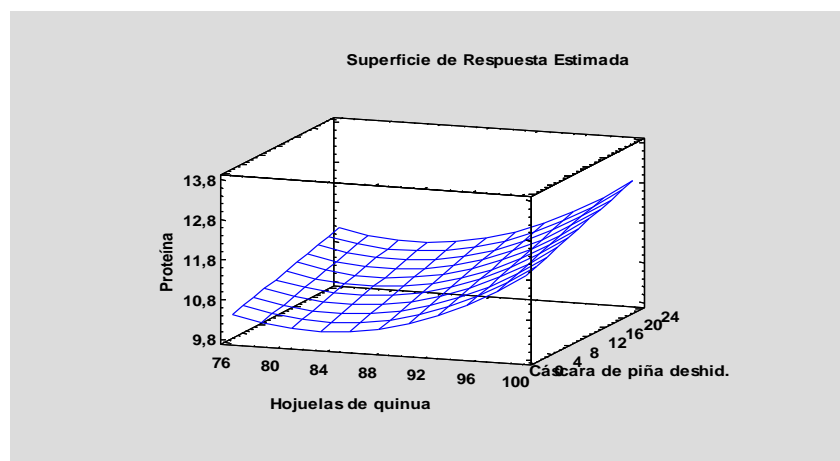
$$\text{Proteína} = 50,4524 - 0,973646 * A + 0,00432422 * B + 0,00587696 * A^2 + 0,000390625 * A * B - 0,0000214862 * B^2$$

La ecuación representa el modelo matemático predictivo que permite estimar el contenido de proteína en las formulaciones, en función de las concentraciones de hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña. A partir de este modelo, se elaboraron las gráficas de superficie de respuesta y de contorno, presentadas en las Figuras 24 y 25.

e) Superficie de repuesta estimada

Figura 24

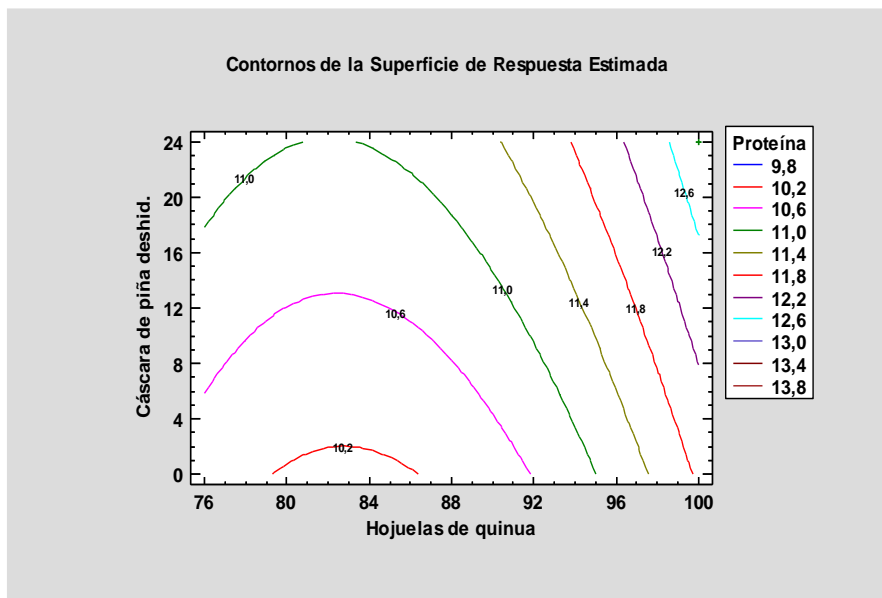
Superficie de respuesta estimada para la proteína (%) de las hojuelas de quinua y de cáscara deshidratada en trozos de piña



La interacción entre la hojuela de quinua (%) y cáscara deshidratada en trozos de piña (%), se visualiza que el contenido de proteína en la hojuela de quinua tiene un ligero aumento a mayor porcentaje. En cuanto a la cáscara de piña deshidratada en trozos, se observa un aumento en función a la proteína.

Figura 25

Gráfico de contornos de la superficie de respuesta estimada para proteína (%) de las hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña



De la Figura 25, se visualiza que no existe interacción entre las variables en estudio, afirmándose que a un porcentaje hojuelas de quinua y con un incremento cáscara deshidratada en trozos de piña hay un moderado aumento en la proteína en el producto.

f) Optimización de la respuesta

La Tabla 27, muestra la combinación de los niveles de los factores y maximización de proteína.

Tabla 27

Condiciones de optimización de la proteína

Valor óptimo: 12,8863

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Hojuelas de quinua	76,0	100,0	100,0
Cáscara de piña deshid.	0,0	24,0	24,0

Los resultados muestran la combinación de los niveles de los factores, la cual maximizó el % de proteína sobre la región indicada, es decir los niveles óptimos de las

hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña que maximizan la respuesta a 12,88% de proteína.

Según NTP 205.061 (2013), el contenido mínimo de proteínas en las hojuelas de quinua es del 10%. Este valor se respalda por el reconocimiento general de la quinua como una fuente completa de proteínas, dado que contiene todos los aminoácidos esenciales. Sin embargo, Casas et al. (2018) reportan un porcentaje de proteínas de 8,5% en las hojuelas de quinua, lo que indica una variabilidad en el contenido proteico dependiendo de factores como la variedad y el procesamiento de la quinua. Alarcón (2018) reporta que el contenido de proteínas en las hojuelas de quinua es de 8,5 g por cada 100 g, destacando así su valor como fuente de nutrientes esenciales.

En cuanto a la cáscara de piña, Aguirre (2022) menciona que su contenido proteico es del 0,73%, lo que se traduce en 4,74 g de proteína por cada 100 g de cáscara. No obstante, Romo (2019) presenta valores más altos, indicando que el aporte de proteínas en la cáscara de piña deshidratada oscila entre 6,9 y 8,2 g por cada 100 g. Estos datos contrastan con los de Aguirre, sugiriendo que la variabilidad en el contenido proteico puede estar influenciada por el método de deshidratación y la variedad de piña utilizada. Por su parte, Velásquez (2017) confirma un contenido de proteína cruda en la cáscara de piña deshidratada de 6,9%.

A partir de los resultados obtenidos, se determina que el contenido óptimo de proteínas en la mezcla de hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña es del 12,88%. Este valor no solo supera los porcentajes individuales reportados para ambos ingredientes, sino que también indica un potencial significativo para mejorar el perfil nutricional de la mezcla, destacándose un producto más nutritivo.

4.3. Evaluación sensorial de las formulaciones

Se realizó una cocción previa de las muestras correspondientes a las 13 formulaciones, seguida de una evaluación sensorial (ver Anexo 6). A los 30 panelista no entrenados se le entregó una ficha de evaluación sensorial basada en una escala hedónica de 7 puntos. Para el análisis de los datos obtenidos, se empleó un diseño compuesto central rotatable (DCCR).

4.3.1. Método de superficie de respuesta para color

a) Análisis de varianza

La Tabla 28 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA), mediante el cual se evalúa la significancia estadística de las variables independientes (hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña), sobre la variable respuesta correspondiente al color.

Tabla 28

Análisis de varianza para color

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Hojuelas de quinua	0,125	1	0,125	0,74	0,4167
B: Cáscara de piña deshid.	0,125	1	0,125	0,74	0,4167
AA	0,00978255	1	0,00978255	0,06	0,8162
AB	0,25	1	0,25	1,49	0,2618
BB	0,00978261	1	0,00978261	0,06	0,8162
Error total	1,175	7	0,167857		
Total (corr.)	1,69231	12			

R-cuadrada = 30,5682 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0,0 por ciento

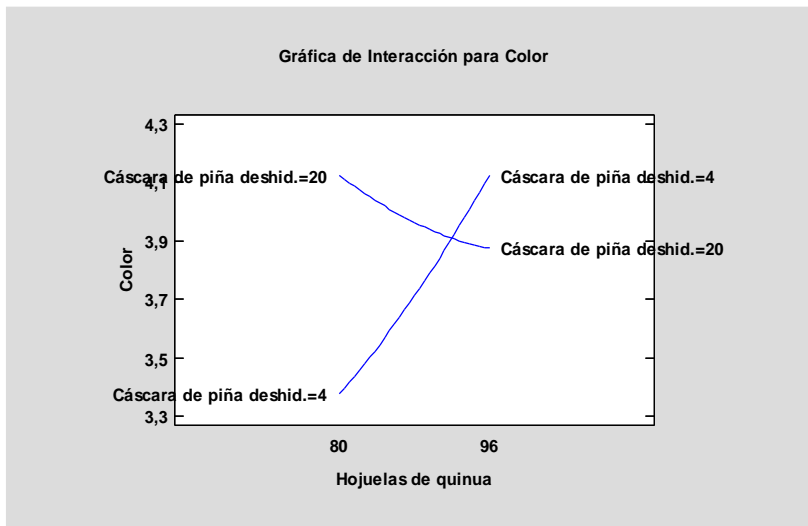
El análisis de varianza (ANOVA) realizado para color muestra que ninguno de los factores principales hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña ni sus efectos, resultaron estadísticamente significativos al nivel de confianza del 95%. La baja proporción de la varianza explicada por el modelo ($R^2 = 30,57\%$) y el valor ajustado igual a cero refuerzan la conclusión de que los factores evaluados no logran explicar de manera adecuada la variabilidad observada en el contenido proteico. Esto puede estar relacionado con un tamaño de muestra reducido, variabilidad experimental o la posible influencia de otras variables no consideradas en el modelo.

b) Interacción

En la figura 26, se puede visualizar la interacción para el caso del color, donde se refleja el comportamiento de esta variable dependiente conforme modifican las variables independientes de las cuales son la hojuela de quinua y la cáscara deshidratada en trozos de piña en los rangos previstos en la investigación.

Figura 26

Gráfica de la interacción para color



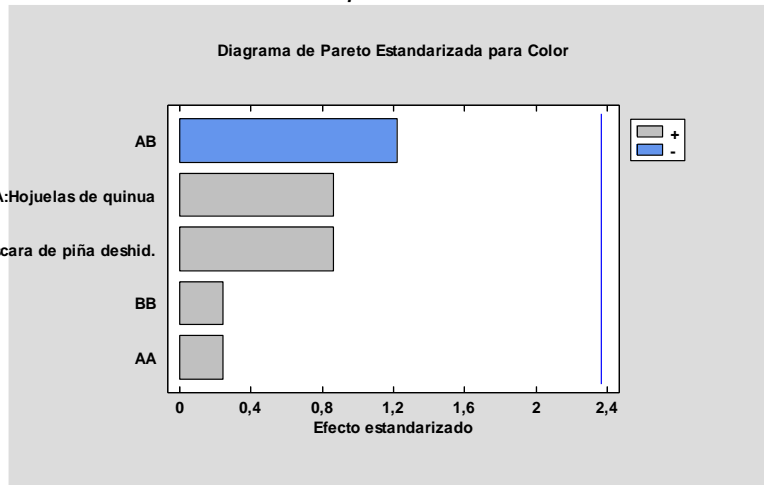
Según la Figura 26, se observa que las líneas se cruzan, lo que indica una interacción importante entre la cantidad de hojuelas de quinua y la cantidad de cáscara deshidratada en trozos de piña. En este sentido, el efecto de las hojuelas de quinua sobre el color depende directamente de la cantidad de cáscara de piña deshidratada. Específicamente, cuando la cantidad de cáscara de piña deshidratada es 4, el color aumenta al incrementar las hojuelas de quinua. Por el contrario, cuando la cantidad de cáscara de piña deshidratada es 20, el color disminuye con un mayor contenido de hojuelas de quinua. Por lo tanto, no es posible analizar cada factor por separado, ya que su efecto varía en función de la combinación con el otro. En consecuencia, es fundamental considerar ambos factores en conjunto para optimizar el color deseado.

c) Carta estandarizada de Pareto

En la Figura 27, el gráfico de interacción muestra que no existe una interacción estadísticamente significativa entre los factores al nivel de significancia de 0,05, lo cual se evidencia gráficamente al observar que las líneas no superan el umbral del margen de error.

Figura 27

Carta estandarizada de Pareto para color



De la figura 27, en el diagrama de Pareto para el factor color, se concluye que no hay impacto significativo en la variable de respuesta, lo que sugiere que los factores y sus interacciones en el estudio no son relevantes para el resultado.

d) Coeficiente de regresión

La Tabla 29, evidencia los resultados del coeficiente de regresión para el modelo de determinación del color.

Tabla 29

Coeficiente de regresión para color

Coeficiente	Estimado
constante	2,73436
A: Hojuelas de quinua	-0,0406248
B: Cáscara de piña deshid.	0,345312
AA	0,000585936
AB	-0,00390625
BB	0,000585938

Se observa que el coeficiente regresor A = -0,04 tiene signo negativo, esto indica que, al aumentar la cantidad de hojuelas de quinua, la variable de respuesta tiende a disminuir en 0,04 unidades, el coeficiente regresor B = 0,35 este valor sugiere que, al incrementar la cantidad de cáscara deshidratada en trozos de piña, la variable de respuesta aumenta en 0,35 unidades, Para las interacciones de AA y BB, estos factores son muy pequeños, por lo que el efecto de estas sobre la variable de respuesta es casi constante. En cuanto a la interacción AB, su valor negativo sugiere una interacción leve entre los factores; cuando ambos están presentes, la variable de respuesta disminuye ligeramente en 0,004 unidades.

La ecuación del modelo ajustado es:

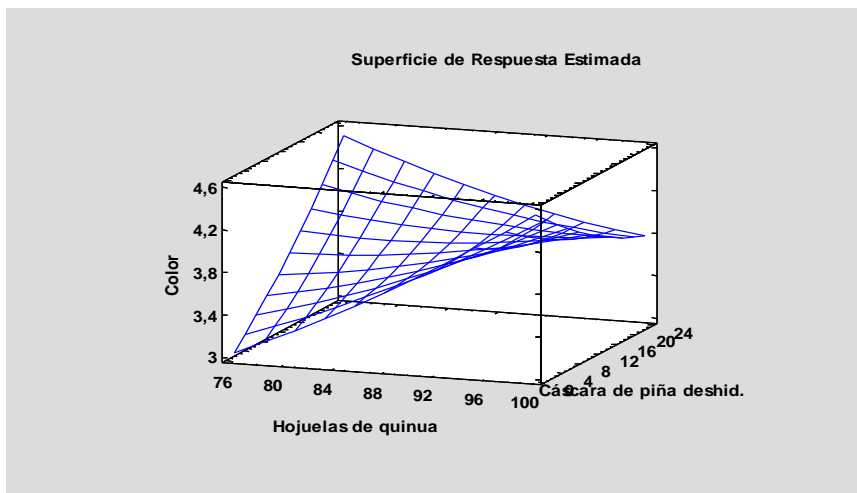
$$Color = 2,73436 - 0,0406248 * A + 0,345312 * B + 0,000585936 * A^2 - 0,00390625 * A * B + 0,000585938 * B^2$$

El R_2 ajustado es 0,0 % lo que indica porcentaje nulo en variación de color, que es explicada por las variables predictoras como la hojuela de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña.

e) Superficie de respuesta estimada

Figura 28

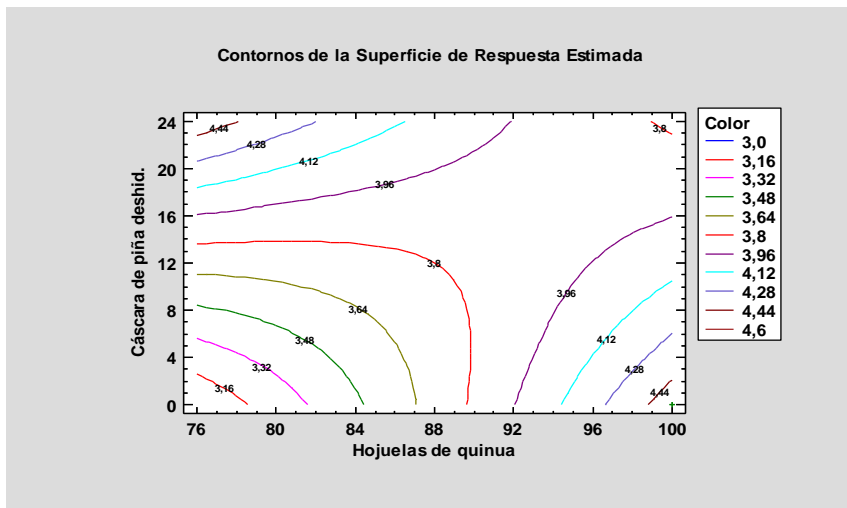
Gráfico de superficie de respuesta estimada para el color de las hojuelas de quinua y de cáscara deshidratada en trozos de piña



Según la figura 28, la superficie de respuesta estimada para el color, muestra que hay una ligera interacción entre la hojuela de quinua y la cáscara deshidratada en trozos de piña. el gráfico confirma que el factor A tiene un efecto negativo en el color, mientras que el factor B tiene un efecto positivo.

Figura 29

Contornos de la superficie de respuesta estimada para el color



Los resultados obtenidos respecto al atributo color indican a (porcentaje de hojuelas de quinua, porcentaje de cáscara deshidratada en trozos de piña), no existe interacción entre las variables de estudio afirmándose que a medida que se aumentan tanto las hojuelas de quinua como la cáscara de piña deshidratada, el cambio en el color no es completamente lineal, en el producto.

f) Optimización de la respuesta

El máximo de color se alcanza en las condiciones que se muestran en la Tabla 30.

Tabla 30

Condiciones de optimización de color

Valor óptimo = 4,53125 (%)

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Hojuelas de quinua	76,0	100,0	100,0
Cáscara de piña deshid.	0,0	24,0	0,00000125617

El color constituye uno de los atributos sensoriales más relevantes en la percepción del consumidor, ya que puede influir directamente en la aceptación o rechazo de un producto, incluso antes de ser degustado, debido al impacto que genera su apariencia visual.

Tunco (2018), en un estudio sobre la aceptabilidad de hojuelas a base de cereales del programa social Qali Warma, realizado con escolares de 4to año de primaria, se encontró que las hojuelas de quinua alcanzaron una aceptabilidad del 43.33% sin el agregado del subproducto (leche).

Díaz y Zuloeta (2022), formularon hojuelas enriquecidas utilizando un 10% de harina de quinua, 35% de harina de plátano, siendo este mejor tratamiento de acuerdo al análisis sensorial en cuanto al sabor.

Del mismo modo la adición de cáscara deshidratada en trozos de piña para la formulación rica en fibra dietética modifica las características sensoriales, debido a las propiedades de la fibra entre otras

Díaz y Espinoza (2022), en su estudio sobre la elaboración de galletas fortificadas con harina de soya y harina de cáscara de piña, concluyeron a partir del análisis sensorial y estadístico que la formulación F6, compuesta por un 20 % de harina de soya y un 6 % de harina de cáscara de piña, obtuvo los mayores niveles de aceptación en cuanto al atributo color por parte de los panelistas.

Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir que no existen diferencias significativas entre los panelistas ni entre los tratamientos, lo que indica que los tratamientos evaluados son estadísticamente iguales. No obstante, en la tabla 29 se

observa que, con una proporción del 100% de hojuelas de quinua y 0,0000013% de cáscara deshidratada en trozos de piña, el color óptimo se encuentra en la escala de 4,5, equivalente a 5 en la escala hedónica de evaluación, clasificado como "bueno", lo cual indica que es aceptable para los panelistas.

4.3.2. Método de superficie de respuesta para olor

a) Análisis de varianza

La Tabla 31 muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA), que permite determinar la significancia estadística de las variables independientes, hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña, sobre la variable respuesta correspondiente al olor.

Tabla 31

Análisis de varianza para olor

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Hojuelas de quinua	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
B: Cáscara de piña deshid.	0,250001	1	0,250001	1,11	0,3269
AA	0,392391	1	0,392391	1,74	0,2282
AB	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
BB	1,65326	1	1,65326	7,35	0,0302
Error total	1,575	7	0,225		
Total (corr.)	3,69231	12			

R-cuadrada = 57,3437 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 26,8749 porciento

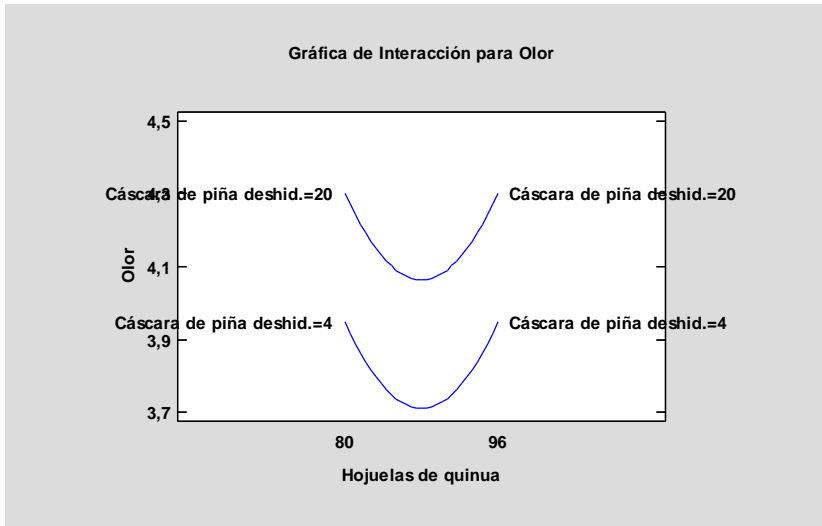
De acuerdo al estadígrafo de prueba el factor BB (%) tiene significancia en el olor, mientras que, en las hojuelas de quinua, cáscara deshidratada en trozos de piña y las interacciones entre las variables (AA y BB) no indican diferencias en cuanto al olor. El R² estadístico, el modelo explica el 57,34 % de la variabilidad del olor afectada por los factores, en el R² ajustado, que permite hacer una adecuada comparación entre los diferentes modelos de variables independientes, indica que el 26,87 % de la variabilidad que no es afectada por los factores en estudio. De forma gráfica, se puede observar la significancia de los datos en la carta estandarizada de Pareto.

b) Interacción

La gráfica de interacción presentada en la Figura 30 muestra cómo varía el valor de la variable respuesta (olor) en función de % de cáscara deshidratada en trozos de piña.

Figura 30

Gráfica de la interacción para olor



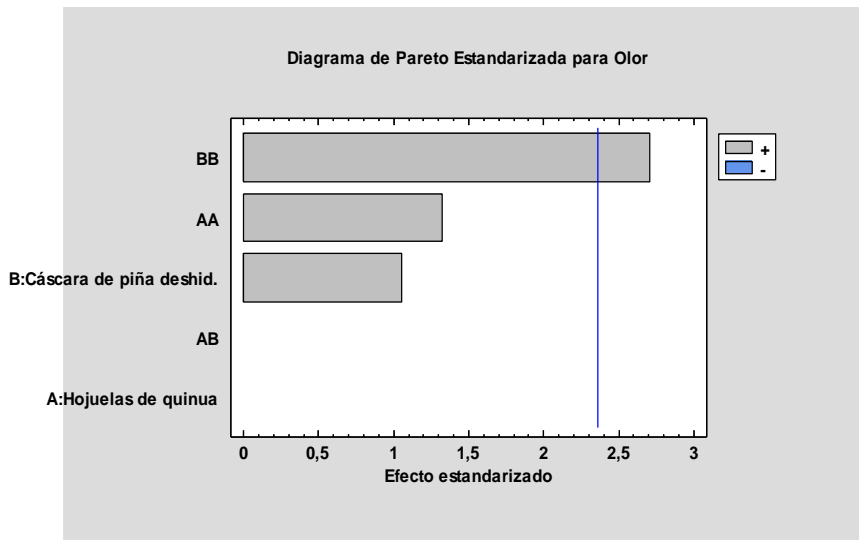
Se observa en la figura 30, para ambos niveles de cáscara deshidratada en trozos de piña (4 y 20 %), el valor del olor disminuye cuando se aumenta la cantidad de hojuelas de quinua de 80 a 96. Esto indica que el olor se reduce. Sin embargo, el valor mínimo del olor se alcanza en una cantidad intermedia de hojuelas, ya que las curvas forman una parábola.

c) Carta estandarizada de Pareto

En la figura 31, el gráfico presenta las interacciones entre los factores con respecto a la variable respuesta (olor).

Figura 31

Carta estandarizada de Pareto para el olor



En la Figura 31 se presentan los efectos lineales, cuadrático e interacción de las variables independientes. Se observa que la cáscara deshidratada en trozos de piña ejerce un efecto lineal estadísticamente significativo sobre la variable respuesta (olor) al nivel de 0,05, ya que su barra supera la línea del margen de error en el gráfico. Además, este efecto es positivo, lo que indica que, al aumentar el porcentaje de cáscara deshidrata en trozos de piña en la formulación, mejora el olor de manera significativa desde el punto de vista estadístico.

d) Coeficiente de regresión

En la tabla 32, presenta los resultados obtenidos del coeficiente de regresión para el modelo de determinación del olor, muestra las estimaciones.

Tabla 32

Coeficiente de regresión para el modelo de determinación de olor

Coeficiente	Estimado
constante	32,9692
A: Hojuelas de quinua	-0,653125
B: Cáscara de piña deshid.	-0,160715
AA	0,00371094
AB	0,0
BB	0,00761719

Se observa que los coeficientes regresores A = -0,653125 y C = -0,160715 tienen signo negativo, estos signos indican que por cada unidad de cambio que incremente este factor, la respuesta de olor disminuye en 0,653125 y 0,160715 unidades. Para las interacciones de los factores AA y BB, aunque es positivo, tiene magnitud pequeña sin un impacto considerable en la variable respuesta; la interacción AB indica que no existe interacción entre el factor A y B, esto indica que el efecto de un factor es independiente del nivel del otro factor.

La ecuación del modelo ajustado es:

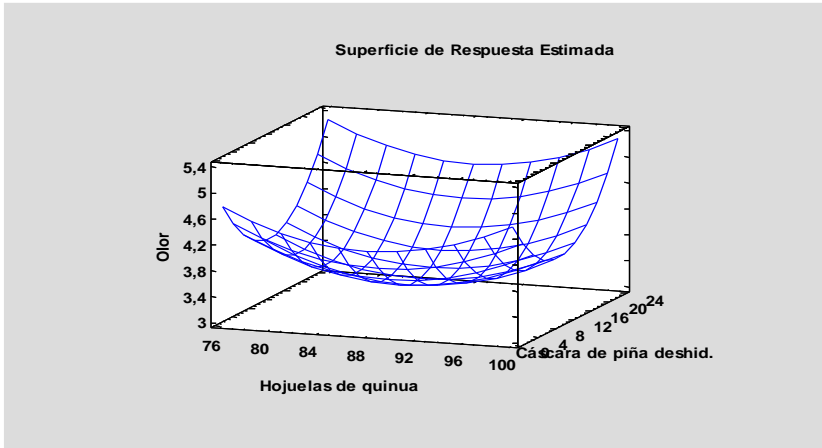
$$\text{Olor} = 32,9692 - 0,653125 * A - 0,160715 * B + 0,00371094 * A^2 + 0,0 * A * B + 0,00761719 * B^2$$

e) Superficie de repuesta estimada

La Figura 32 ilustra el impacto de las variables independientes (hojuela de quinua (%) y la cáscara deshidratada en trozos de piña (%)) sobre la variable respuesta, que en este caso es el olor.

Figura 32

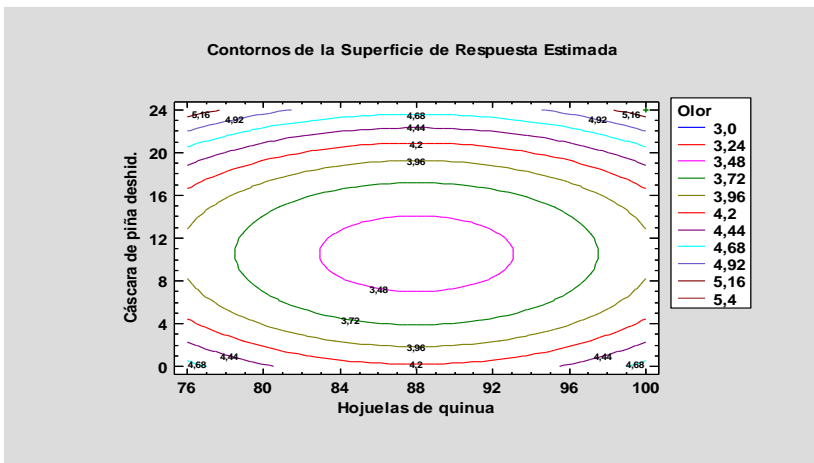
Resultado gráfico por superficie de respuesta en el olor de las hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña



Asimismo, en la figura 32 se observa que, al aumentar la cantidad de hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña, el olor también se intensifica. Esto sugiere un efecto combinado y no lineal, con una interacción entre los factores que afecta la respuesta de forma significativa.

Figura 33

Gráfico de contornos de la superficie de respuesta para el olor



En la figura 33, existe interacción entre las hojuelas de quinua y la cáscara deshidratada en trozos de piña relación con la variable de respuesta (olor). La forma de los contornos muestra que los factores no afectan el olor de manera totalmente independiente.

f) Optimización de la respuesta

La tabla 33, muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza el olor, obteniendo un valor óptimo de 5,29%.

Tabla 33

Condiciones de optimización de olor

Valor óptimo = 5,29642

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Hojuelas de quinua	76,0	100,0	100,0
Cáscara de piña deshid.	0,0	24,0	24,0

Según Falla y Ramón (2018), el olor es un atributo esencial para evaluar la calidad y frescura de los alimentos, ya que la percepción olfativa varía según las sustancias volátiles liberadas por cada producto y detectadas por el sentido del olfato. Por esta razón, para prevenir la contaminación con olores indeseados, es fundamental conservar los alimentos en recipientes herméticos.

Calle (2016), la hojuela de quinua es un producto de fácil cocción, obtenido de la compresión de los granos de la quinua, son laminillas con un olor característico.

La incorporación de la cáscara de piña deshidratada en trozos le da un efecto favorable a la formulación, gracias a su contenido de compuestos volátiles, siendo más agradable el producto.

Cedeño y Zambrano (2014), en su estudio, se utilizó cáscara de piña y de mango para elaborar galletas, observándose diferencias significativas en el atributo de olor entre los distintos tratamientos. La mejor aceptación se obtuvo con el tratamiento que contenía un 8% de harina de cáscara de piña.

según las respuestas recopiladas, se llegó a concluir que solo el factor "BB" tiene un efecto significativo en el olor. Cuando hay aumento en las hojuelas de quinua como en la cáscara de piña deshidratada, el olor se incrementa. Además, en la tabla 32 se observa que, con un tratamiento compuesto por un 100% de hojuelas de quinua y un 24% de cáscara deshidratada en trozos de piña, el color óptimo se sitúa en una escala de 5,2, equivalente a 5 en la escala hedónica, clasificado como "bueno". Esto indica que el producto es aceptable según la evaluación de los panelistas.

4.3.3. Método de superficie de respuesta para sabor

a) Análisis de varianza

En la tabla 34, se visualiza el análisis de varianza para el sabor, reflejando los efectos que tuvieron los factores en estudio.

Tabla 34

Análisis de varianza para sabor

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Hojuelas de quinua	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
B: Cáscara de piña deshid.	0,25	1	0,25	1,11	0,3269
AA	0,131521	1	0,131521	0,58	0,4695
AB	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
BB	1,04456	1	1,04456	4,64	0,0681
Error total	1,575	7	0,225		
Total (corr.)	2,92308	12			

R-cuadrada = 46,1184 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 7,63151 porciento

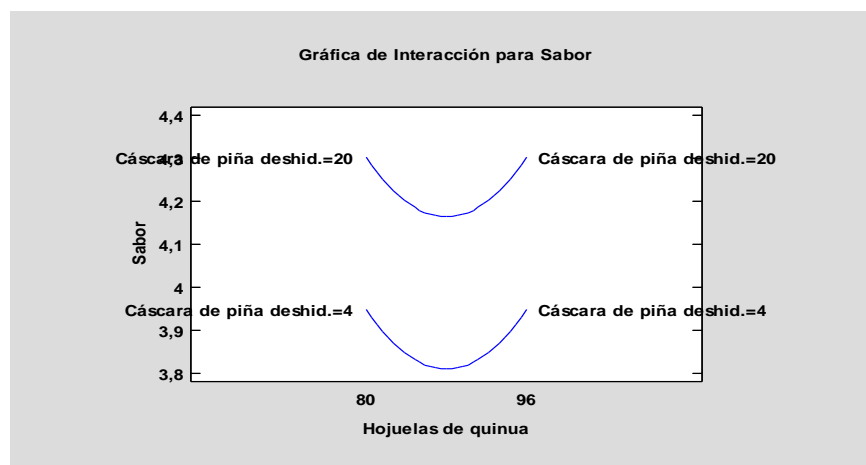
El R^2 estadístico explica el 46,12 % de la variabilidad del sabor afectada por los factores, en el R^2 ajustado, que permite hacer una comparación más adecuada entre modelos con diferentes números de variables independientes, indica que el 7,63 % de la variabilidad que no es afectada por los factores en estudio.

b) Interacción

Se observa la interacción para el caso del sabor, donde se refleja el comportamiento de esta variable dependiente conforme modifican las variables independientes en los rangos previstos del estudio.

Figura 34

Resultado de la interacción para sabor



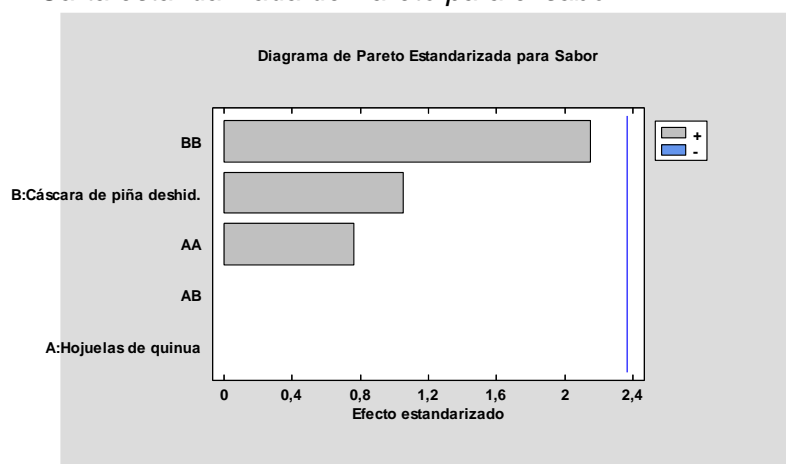
En la figura 34, el diagrama de Pareto estandarizado muestra que el factor B: cáscara deshidratada en trozos de piña a nivel bajo 4%, el sabor disminuye al aumentar las hojuelas de quinua de 80% a 96%. Esto indica que el sabor es mejor a niveles intermedios de la hojuela de quinua y a un 20% de cáscara deshidratada en trozos de piña, el comportamiento es similar, indicando que a nivel alto 96% de la hojuela de quinua el sabor es mejor.

c) Carta estandarizada de Pareto

La Figura 35 presenta los efectos de los factores lineales, cuadráticos e de interacción de las hojuelas de quinua y la cáscara deshidratada en trozos de piña, destacando cuáles tienen una influencia significativa sobre la variable respuesta correspondiente al sabor.

Figura 35

Carta estandarizada de Pareto para el sabor



En la figura 35, carta estandarizada de Pareto para color, se afirma, que no hay efecto en la variable respuesta, lo que indica que no existe significancia entre los factores y sus interacciones en estudio.

d) Coeficiente de regresión

En la tabla 35, se presenta las estimaciones de los coeficientes de regresión para el modelo de predicción del sabor reflejan la relación entre las variables explicativas y la respuesta de sabor en la población.

Tabla 35

Coefficiente de regresión para sabor

Coefficiente	Estimado
constante	20,8442
A: Hojuelas de quinua	-0,378125
B: Cáscara de piña deshid.	-0,123215
AA	0,00214844
AB	0,0
BB	0,00605469

Los coeficientes regresores hojuela de quinua (A) y cáscara deshidratada en trozos de piña (B) tienen signo negativo, estos signos indican que por cada unidad de cambio que incremente los factores, la respuesta sabor disminuye en función a las cantidades negativas encontradas por los factores, Para las interacciones de AA, AB y BB indican los cambios positivos de la interacción entre los factores son importantes haciendo aumentar la variable respuesta.

La ecuación del modelo ajustado es:

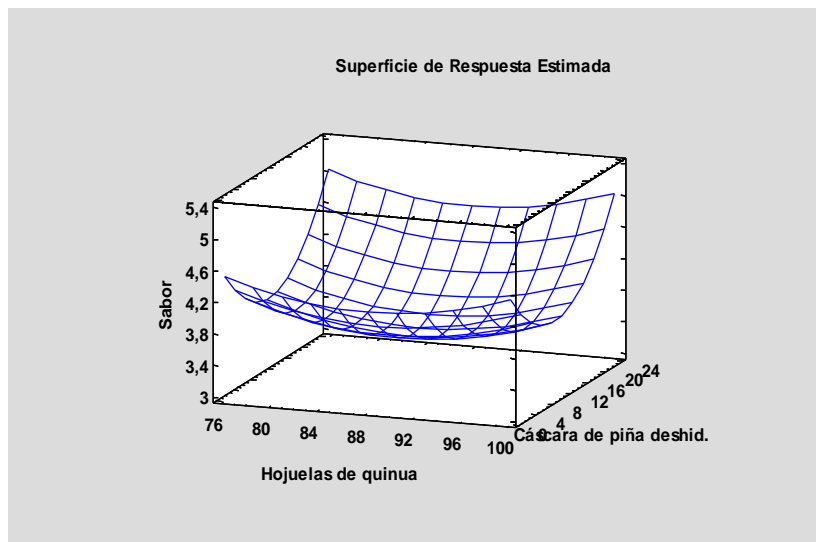
$$\text{Sabor} = 20,8442 - 0,378125 * A - 0,123215 * B + 0,00214844 * A^2 + 0,0 * A * B + 0,00605469 * B^2$$

e) Superficie de repuesta estimada

La Figura 36 se muestra cómo las variables independientes (hojuela de quinua (%) y la cáscara deshidratada en trozos de piña (%)) afectan la variable respuesta correspondiente al sabor.

Figura 36

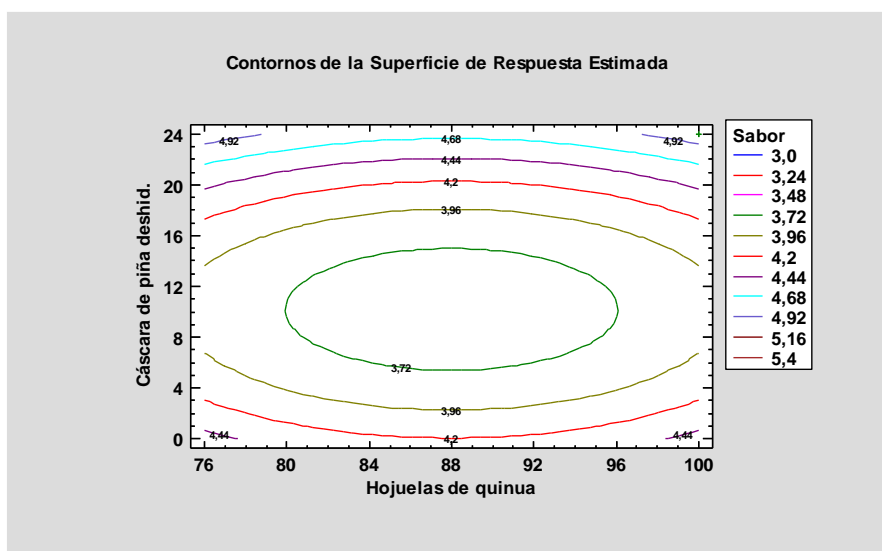
Gráfico por superficie de respuesta en el sabor de las hojuelas de quinua y de cáscara deshidratada en trozos de piña



En la gráfica de superficie de respuesta, se visualiza que si se incrementa la variable hojuela de quinua hay una leve disminución para luego incrementar el sabor. De manera similar, al aumentar la cantidad de cáscara deshidratada en trozos de piña, la variable de respuesta primero muestra un descenso y luego un incremento moderado.

Figura 37

Gráfico de contornos de la superficie de respuesta



En la figura 37, se observa una interacción entre las hojuelas de quinua y la cáscara deshidratada en trozos de piña en relación con la variable de respuesta (sabor). La disposición de los contornos indica que ambos factores no afectan el sabor de forma completamente independiente, ya que el efecto de cada uno depende del nivel del otro.

f) Optimización de la respuesta

La Tabla 36, muestra la combinación de los niveles de los factores, sobre la región indicada.

Tabla 36

Condiciones de optimización del sabor

Valor óptimo = 5,04642

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Hojuelas de quinua	76,0	100,0	100,0
Cáscara de piña deshid.	0,0	24,0	24,0

Ambos factores, hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña, alcanzan su nivel óptimo en sus valores más altos. Esto sugiere que, para optimizar la variable de respuesta (sabor), es beneficioso utilizar la máxima cantidad de ambos factores.

Falla y Ramón (2018), la percepción del sabor no se limita solo a la lengua, ya que las papilas gustativas pueden identificar únicamente lo dulce, ácido, salado y amargo. Para apreciar plenamente el sabor de un alimento, es necesaria la interacción entre el olfato y el gusto. Además, el sabor está influido por atributos sensoriales como el color y la textura.

Calle (2016), las hojuelas de quinua son láminas de forma circular u ovalada, de color blanquecino o crema, con un espesor que oscila entre 0,1 y 0,5 milímetros. Su textura y apariencia se asemejan a las hojuelas de avena, su principal sustituto, y poseen un sabor característico.

Cuesta (2022), realizó análisis sensorial a la muestra de quinua precocida elegida, la cual fue sometido a un panel sensorial con 30 panelistas no entrenados, obteniendo un resultado sin diferencia significativa.

Díaz y Espinoza (2022) reportaron que la formulación F6 obtuvo una valoración promedio de 6,08, lo que indica un agrado moderado por parte de los panelistas, valor ligeramente superior al de la galleta control, que tuvo una media de 5,68. Estos resultados sugieren que la incorporación de harinas de soya y cáscara de piña contribuye a mejorar el sabor del producto.

Según los resultados obtenidos, los jueces determinaron que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. En la tabla 36, se muestra que con un tratamiento que contiene un 100% de hojuelas de quinua y un 24% de cáscara deshidratada en trozos de piña, el valor óptimo alcanzado en la evaluación fue de 5,0, lo cual corresponde a "bueno" en la escala hedónica. Esto indica que el tratamiento es considerado aceptable por los panelistas.

4.3.4. Método de superficie de respuesta para aspecto general

a) Análisis de varianza

El análisis de varianza (ANOVA) permite determinar la significancia estadística que tienen las variables independientes (hojuelas de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña) sobre la variable respuesta correspondiente al aspecto general.

Tabla 37*Análisis de varianza para aspecto general*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Hojuelas de quinua	0,125	1	0,125	0,56	0,4803
B: Cáscara de piña deshid.	0,125	1	0,125	0,56	0,4803
AA	0,131521	1	0,131521	0,58	0,4695
AB	0,25	1	0,25	1,11	0,3269
BB	0,131522	1	0,131522	0,58	0,4695
Error total	1,575	7	0,225		
Total (corr.)	2,30769	12			

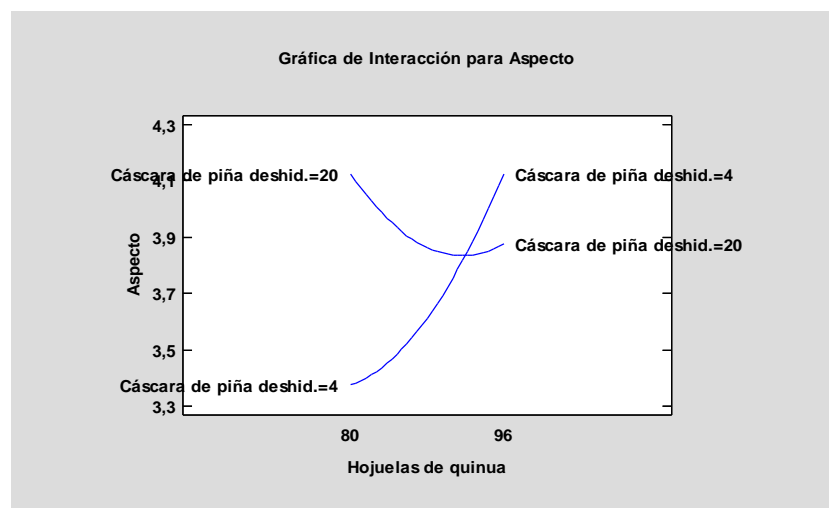
R-cuadrada = 31,75 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0,0 porciento

De acuerdo al R^2 estadístico, el modelo explica el 31,75 % de la variabilidad en aspecto general. Mientras que, el R^2 ajustado, que permite hacer una comparación más adecuada entre modelos con diferentes números de variable independiente, indica que el 0,0 % de la variabilidad que no es afectada por los factores en estudio. se puede observar la significancia de los datos en la carta estandarizada de Pareto figura 39.

b) Interacción

En la figura 38, se observa el comportamiento de variable respuesta a medida que las variables independientes varían dentro de los rangos establecidos en la investigación.

Figura 38*Resultado de la interacción para aspecto general*

En la Figura 38, observamos que las líneas se cruzan, lo que indica una interacción entre las hojuelas de quinua y la cáscara deshidratada en trozos de piña en la percepción del aspecto general. Esta interacción significa que el efecto de un factor depende del nivel del otro, por lo que no se puede determinar un nivel óptimo de cáscara deshidratada en trozos de piña sin considerar la cantidad de hojuelas de quinua. Para maximizar el aspecto del producto, es fundamental encontrar un equilibrio entre ambos factores en lugar de analizarlos por separado:

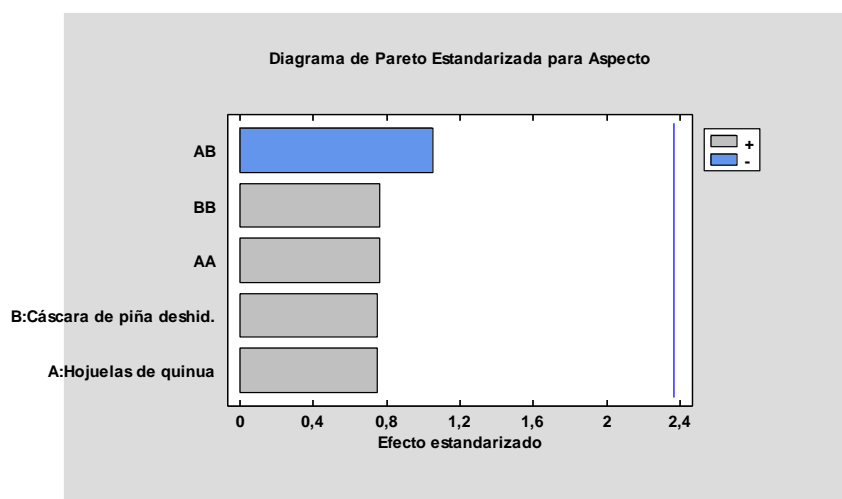
- Con bajas cantidades de hojuelas de quinua (80%), el aspecto mejora con 20% de cáscara de piña deshidratada.
- Con altas cantidades de hojuelas de quinua (96%), el mejor aspecto se obtiene con 4% de cáscara de piña deshidratada.

c) Carta estandarizada de Pareto

A través del diagrama de Pareto de efectos estandarizados, se identifican los factores (lineal, cuadrático o interacción) que tienen una influencia significativa sobre la variable respuesta.

Figura 39

Carta estandarizada de Pareto en la optimización del aspecto general



Carta estandarizada de Pareto para aspecto general indica que no hay efectos significativos, lo que sugiere que los factores evaluados (cáscara deshidratada en trozos de piña y hojuelas de quinua) no influyen de manera estadísticamente relevante en el aspecto del producto dentro del rango de experimentación utilizado. Aunque la interacción AB presenta el mayor efecto relativo, su magnitud no supera el umbral de significancia, por lo que no se puede concluir con certeza que tenga un impacto real en el aspecto general del producto.

d) Coeficiente de regresión

Las apreciaciones de los coeficientes de regresión en el modelo de predicción del aspecto general muestran cómo se relacionan las variables independientes con la respuesta.

Tabla 38

Coeficiente de regresión para aspecto general

Coeficiente	Estimado
constante	14,8594
A: Hojuelas de quinua	-0,315625
B: Cáscara de piña deshid.	0,307812
AA	0,00214844
AB	-0,00390625
BB	0,00214844

El coeficiente regresor del factor A = - 0,32 tiene signo negativo, los signos negativos indican que por cada unidad de cambio que disminuye este factor, la variable respuesta disminuye en 0,32 unidades, el coeficiente regresor del factor B = 0,31 indica que por cada unidad de cambio que incremente este factor, el aspecto aumenta en 0,07 unidades. Para las interacciones, los términos cuadráticos de A y B son insignificantes, indicando que ambos factores tienen efectos principalmente lineales. La interacción entre A y B es pequeña y negativa, lo que sugiere que la combinación de ambos factores tiene un impacto ligeramente negativo en la respuesta, pero sin una influencia importante.

$$\text{Aspecto} = 14,8594 - 0,315625 * A + 0,307812 * B + 0,00214844 * A^2 - 0,00390625 * A * B + 0,00214844 * B^2$$

Según la ecuación se observó que las variables independientes tienen un resultado cuadrático sobre el aspecto.

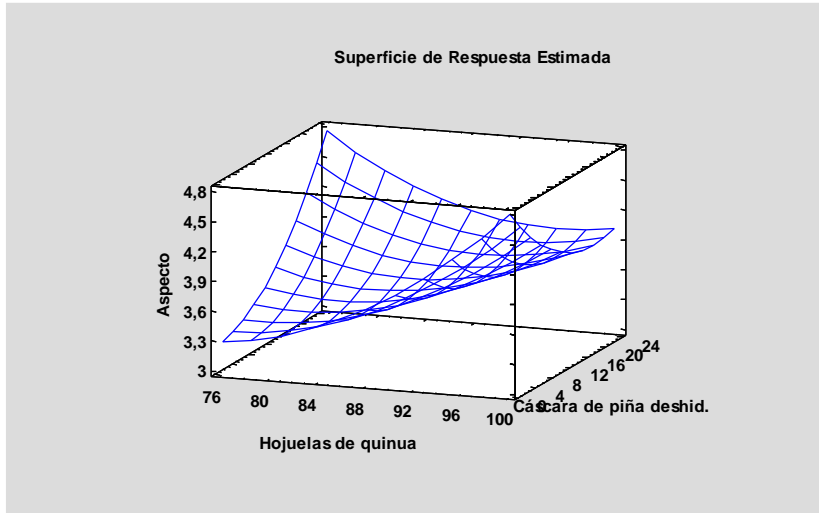
El R² ajustado es 0,0 %, lo que indica que el porcentaje es nulo en la variación de la variable respuesta (aspecto general), que es explicada por las variables predictoras como la hojuela de quinua y cáscara deshidratada en trozos de piña.

e) Superficie de repuesta estimada

La figura 40, superficie de respuesta estimada para el aspecto general, muestra que hay interacción entre la hojuela de quinua y la cáscara deshidratada en trozos de piña.

Figura 40

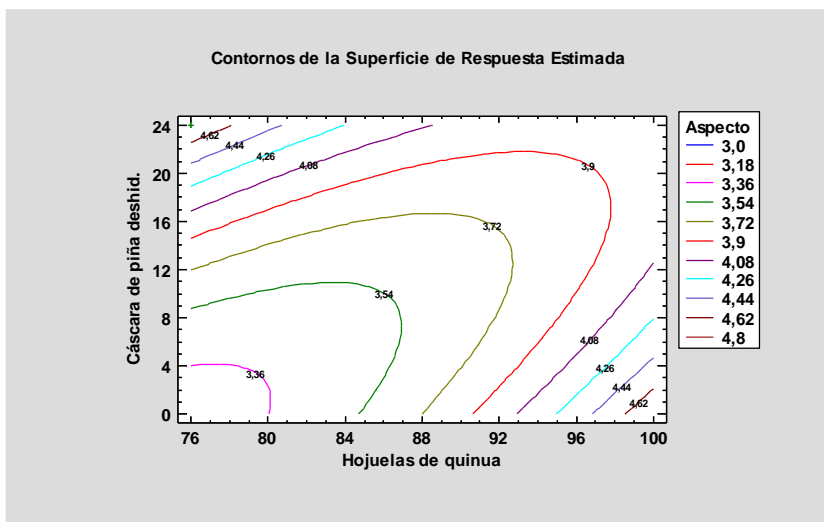
Gráfico de superficie de respuesta para aspecto general de las hojuelas de quinua y de cáscara deshidratada en trozos de piña



En la figura 40 se visualiza que, a un incremento de la hojuela de quinua (%) hay un aumento en el aspecto general, mientras en el caso de la cáscara deshidratada en trozos de piña se ve una ligera disminución de la variable respuesta.

Figura 41

Gráfico de contornos de la superficie de respuesta



En la figura 41, se observa que no existe interacción entre los factores, que a mayores cantidades de "Hojuelas de quinua" y de "Cáscara deshidratada en trozos de piña," el valor de "aspecto general" tiende a ser más alto. En contraste, los valores más bajos de "aspecto general" se encuentran en la esquina inferior izquierda, donde ambas variables están en niveles bajos.

f) Optimización de la respuesta

A través de la ecuación de regresión, se identificó que el máximo de aspecto se alcanza en las condiciones presentadas en la Tabla 39.

Tabla 39

Condiciones de optimización de aspecto general

Valor óptimo = 4,78125

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Hojuelas de quinua	76,0	100,0	76,0
Cáscara de piña deshid.	0,0	24,0	24,0

Sánchez (2022), la apariencia se define por el aspecto externo de los alimentos. La vista desempeña un papel crucial al permitirnos observar el color, forma, tamaño y otros rasgos que determinan su calidad.

Calle (2016), la hojuela de quinua debe mostrar, como aspecto general, láminas delgadas, ligeramente curvadas, de color uniforme entre blanquecino y crema. Su textura debe ser suave pero firme. Además, estas hojuelas deben mantener una forma estable y un tamaño homogéneo, similar al de las hojuelas de avena, que facilita su manipulación y consumo.

Colmenares (2016), reporta los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de su investigación de una mezcla a base de cáscara de piña donde la aprobación por los consumidores fue aceptable. Con resultados de apariencia general del producto un valor de 7 que corresponde a un gusto moderado de los panelistas hacia el producto.

Con base en los resultados obtenidos, se puede afirmar que no hay diferencias significativas entre los panelistas, lo cual indica que los tratamientos evaluados son estadísticamente equivalentes. De acuerdo con la tabla 38, se recomienda utilizar el nivel más bajo de hojuelas de quinua (76,0%) y el nivel más alto de cáscara deshidratada en trozos de piña (24,0%). Esto sugiere que, mientras una menor cantidad de hojuelas de quinua es beneficiosa, maximizar la cáscara deshidratada en trozos de piña contribuye positivamente al resultado con un valor óptimo de 4,7, equivalente a 5 puntos en la escala hedónica, lo que se clasifica como "bueno". Esto sugiere que la formulación de este producto es aceptable según la evaluación de los panelistas.

CONCLUSIONES

1. Se analizaron las características fisicoquímicas de la hojuela de quinua con adición cáscara deshidratada en trozos de piña, destacando que el tratamiento T₁₃ con 88 % de hojuelas de quinua y 23,31% de cáscara deshidratada en trozos de piña superó estadísticamente a los demás. Este tratamiento presentó valores óptimos de 4,02% de humedad, 0,214% de acidez, 7,51% de fibra cruda y 11,33% de proteína, lo cual permite concluir que los resultados obtenidos en estos parámetros fueron satisfactorios.
2. En las características sensoriales de las hojuelas de quinua con la adición de cáscara deshidratada en trozos de piña, el tratamiento T₁₃ obtuvo el mayor puntaje en color, olor, sabor y aspecto general, demostrando que la incorporación de 88,0% de quinua y 23,31% de cáscara deshidratada en trozos de piña es altamente aceptable para los consumidores. Sin embargo, los tratamientos T₄, T₅, T₆, T₇, T₈, T₁₀ y T₁₂ también mostraron resultados estadísticamente iguales, obteniendo valores aceptables en la evaluación sensorial. Esto sugiere que varios de los tratamientos probados tienen una buena aceptación general, lo que sugiere que se pueden probar diferentes formulaciones sin afectar la calidad sensorial del producto.

RECOMENDACIONES

1. Realizar la reducción del tamaño de la cáscara de piña deshidratada o convertirla en harina para mejorar la asimilación de fibra, haciendo que sea más aprovechable para el consumidor final.
2. Complementar la evaluación de la mezcla de hojuelas de quinua con la adición de trozos de cáscara de piña deshidratada, incluyendo un análisis microbiológico para garantizar la seguridad y la calidad del producto.
3. Investigar y desarrollar trabajos enfocados en el diseño y creación de tecnología eficiente para la producción del deshidratado de cáscara de piña, mejorando los procesos actuales y optimizando la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, J. (2022). *Incorporación de harina de cáscara de piña como fuente de fibra en la elaboración de un producto cárnico tipo hamburguesa*. [Tesis para optar título profesional. Universidad de La Salle]. <https://acortar.link/Y6pDRt>.
- Alarcón, T. A. (2018). *Propuesta de diseño de una línea de producción para la obtención de hojuelas de quinua en la empresa Producciones Nacionales TC EIRL para aumentar la rentabilidad*. [Tesis para optar título profesional. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <https://acortar.link/Ur0P7s>.
- Apaza, J. E., y Ureta, A. J. (2022). *Degradación del ácido ascórbico en el deshidratado de la piña Golden MD2 (Ananás comosus) orgánico*. [Tesis para optar título profesional. Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://acortar.link/FoTarY>.
- Apaza, V. et al. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. FAO / INIA, Lima. <https://www.fao.org/3/as890s/as890s.pdf>.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos (Cuarta edición ed.)*. (P. Educación, Ed.) México. doi:970-26-0670-5
- Camiña, Y. D. (2020). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de derivados de Quinua con fines de exportación a EE. UU.* [Tesis para optar título profesional. Universidad Nacional La Molina]. <https://acortar.link/Qe5kIC>.
- Campos, J., Acosta, K., Paucar, L. y Campos, J. (2022). Quinua (*Chenopodium quinoa*): Composición nutricional y Componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209-220. <https://acortar.link/bj9NXp>.
- Calle, L. (2016). *Evaluación de características comerciales del grano de quinua roja (Chenopodium quinoa Willd.) en el centro de K'iphak'iphani, provincia Ingavi* (Doctoral dissertation). [Tesis doctoral. Universidad Mayor de San Andrés]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/6813>.
- Casas, N., Cote, S., Moncayo, D., y González, G. (2018). Usos potenciales de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en la industria alimentaria. *Recuperado de* <https://acortar.link/XwjCw2>.
- Campos, Y., y Apolinario, S. (2024). *Cuantificación de Saponinas en la Cascarilla de Chenopodium Quinoa Willd (Quinua) variedades Amarilla Maranganí y Blanca Junín extraídas por el método de maceración hidroalcohólica*. [Tesis para optar título profesional. Universidad Nacional del Callao]. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/8813>
- Cedeño, J., y Zambrano, J. (2014). *Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas*. [Tesis para optar título profesional. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]. <https://acortar.link/xpahNk>.
- Colmenares, A. (2016). *Evaluación del efecto antioxidante de una mezcla a base de cáscara de piña (Ananas comosus L.) en pacientes con obesidad y sobrepeso*.

- [Tesis para optar título de Licenciado. Universidad Central de Venezuela]. <https://acortar.link/26Q3F1>.
- Condori, E. A. (2022). *Efecto de la harina de moringa (Moringa oleifera) y jarabe de agave (Agave americana L.) en las características físicas y sensoriales de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) expandida*. [Tesis para optar título profesional. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://acortar.link/nukgld>.
- Condori, Y. (2016). *Determinación de parámetros en el proceso de elaboración de hojuelas precocidas en tres variedades de quinua*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Peruana Unión]. <https://core.ac.uk/reader/478794740>.
- Córdova, B. y García, C. (2021). *Elaboración de galletas funcionales de harina de trigo enriquecida con fibra dietética de la cáscara de piña (Ananas comosus) y naranja (Citrus x sinensis)*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Nacional San Luis Gonzaga]. <https://acortar.link/IEJyKR>.
- Cuesta, W. (2022). *Comparación de la quinua (Chenopodium quinoa) precocida y deshidratada, aplicando un envasado de atmósfera modificada como sustituto del arroz*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec>.
- Díaz, B. y Espinoza, I. (2022). *Elaboración de cookies con chips de cushuro (Nostoc Sphaericum) fortificada con harinas de soya y cáscara de piña*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4065>.
- Díaz, G., y Zuloeta, N. (2022). *Caracterización nutricional de hojuelas de harina de plátano verde (musa paradisiaca), enriquecida con harina de quinua (chenopodium quinoa)*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/508>.
- Diario el peruano. 2022. ministro Alen castre: Incrementar el consumo de quinua a 10 kilos por persona permitirá combatir la desnutrición Revisado el 15 de diciembre del 2024 y disponible en <https://acortar.link/ws4e8a>.
- Falla, F., y Ramón, M. (2018). *Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (Musa paradisiaca)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/3970>.
- García, M. Á., Plazas, N. Z., Carbajal, D. C., Ferreira, S. C. y Parra, J. D. (2018). Descripción de las saponinas en quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en relación con el suelo y el clima: *Una revisión. Informador Técnico*, 82(2), 241–249. <https://doi.org/10.23850/225650>.
- Gonzales, L. (2023). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de snacks a partir de masa de maiz (Zea mays), quinua (Chenopodium quinoa willd) y chia (Salvia hispanica) en Ayacucho*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5987>.
- Huamán, J. y Suere, D. (2023). *Evaluación nutricional y fisicoquímica de galletas de hojuelas de quinua (Chenopodium Quinoa), harina de semilla de linaza (Linum*

- usitatissimum*) y calabaza (*Cucúrbita Ficifolia*). [Tesis para optar título profesional, Universidad Nacional Centro del Perú]. <https://acortar.link/1ZpKK1>.
- Jara, L. (2019). *Elaboración de galletas con un edulcorante natural stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) enriquecida con harina de cáscara deshidratada de piña (Ananas comosus)*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3402>.
- López. (16 de Abril de 2024). *sabervirtv*. Obtenido de [www.sabervirtv](http://www.sabervirtv.com/): <https://www.sabervirtv.com/>.
- Informa, I. (2012, agosto 3). Quinoa, un cultivo andino con manejo nacional. *INTA Informa*. <https://intainforma.inta.gob.ar/quinoa-un-cultivo-andino-con-manejo-nacional/>.
- Landi, E. (2022). *Aprovechamiento de las cáscaras de piña (Ananas comosus) y pitahaya (Cereus sp.) deshidratadas como fuente de fibra en la producción de buñuelos*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Agraria del Ecuador].
- López. (16 de Abril de 2024). *sabervirtv*. Obtenido de [www.sabervirtv](http://www.sabervirtv.com/): https://www.sabervirtv.com.
- Lutz, R., Morales, D., Sepúlveda, B. y Alviña W., (2008). Evaluación sensorial de preparaciones elaboradas con nuevos alimentos funcionales destinados al adulto mayor. *Revista chilena de nutrición*, 35(2), 131. <https://shorturl.at/DwRSI>.
- Martínez, E., y Tucno, M. (2024). *Evaluación de la textura, aceptabilidad y calidad nutritiva de una pasta libre de gluten a partir de harina de arroz integral (Oryza sativa), quinua (Chenopodium quinoa), y almidón de yuca (Manihot esculentum)*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7268>.
- Mina, M. M. (2024). *elaboración de una barra energética a base de arazá (Eugenia Stipitata) y cáscara de piña (Ananas comosus) por método de deshidratado*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MINA%20BOBOY%20MELISA%20MARIA.pdf>
- Norma técnica peruana [NTP] (205.601-2013). Granos andinos. *Hojuelas de quinua. Requisitos*. 2da edición.
- Pardo, M. S. (2020). Estudio comparativo en rendimiento y calidad de 12 variedades de quinua orgánica en la comunidad campesina de San Antonio de Manallasac, Ayacucho. *Revista Campus*, 25(29), 57-65. <https://acortar.link/KQZk3X>.
- Pacificfruit. (10 de Agosto de 2011). *pacificfru*. Obtenido de [pacificfru](http://www.pacificfruitperu.com/pina-golden.php): <https://www.pacificfruitperu.com/pina-golden.php>.

- Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma. (2022). Especificaciones técnicas de alimentos que forman parte de la prestación del servicio alimentario 2022. Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. <https://info.qaliwarma.gob.pe>.
- Quiyuni. (2023). *Inicio*. Quiyuniquinuadeuyuni. <https://jpablotp.wixsite.com/quiyuniquinuadeuyuni>.
- Romo, K. F. (2019). *Valorización de subproductos de piña y papaya, y su aplicación como ingredientes en el desarrollo de golosinas gelificadas*. [Tesis para título de maestrías, Universidad Nacional de Aguascalientes]. <https://acortar.link/qlW2Kk>.
- Sánchez, B. (2022). *Evaluación sensorial de las galletas con harina de hígado de porcino (Suscrofa domesticus) como alternativa para mitigar la anemia infantil*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://shorturl.at/hEW84>.
- Soriano, M. (2024). *Evaluación de la integración de cáscara de piña en un producto alimenticio para consumo humano*. [Tesis para optar especialidad en tecnología e inocuidad de los alimentos, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. <https://repositorioinstitucional.buap.mx>.
- Tunco, E. B. (2018). *Aceptabilidad de un alimento mejorado a base de hojuelas de cereales en escolares de 4to año de primaria*. [Tesis para título profesional, Universidad Alas Peruanas]. <https://hdl.handle.net/20.500.12990/3716>.
- Vega, D. A., y Ruiz, J. S. (2024). *Diseño de un laminado de frutas de mango y piña, con adición de vitamina c y fibra*. [Tesis para título de maestrías, Universidad Nacional de Machala]. <https://acortar.link/vDJ1Cg>.
- Velásquez, A. S. (2017). *Efecto de la sustitución de salvado de avena (avena sativa) por residuos de piña (Ananas Comosus) deshidratados sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una barra alimenticia a base de quinua (Chenopodium Quinoa Willd)*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://acortar.link/Uy0Nhi>.
- Velasco, J. (2023). *Aprovechamiento de los residuos agroindustriales de la toronja (Citrus paradisi) y la piña (Ananas comosus) en la elaboración de una infusión filtrante*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VELASCO%20LOPEZ%20JORGE%20ALBERTO.pdf>.
- Vilcatoma, S., y Gutiérrez, R. (2022). *Estudio de factibilidad para la instalación de una planta de producción de Snacks y harina instantánea de quinua (Chenopodium quinoa Wild.) en Ayacucho*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://acortar.link/ZsGbOi>.

ANEXOS

Anexo 1

Datos experimentales

Tabla 40

Variables del proceso y los datos experimentales como respuesta

Tratamiento	Variables independientes		Variables dependientes							
	Hojuela de quinua	Cáscara de piña deshidratada	Humedad	Acidez	Fibra cruda	Proteína	Color	Olor	Sabor	Aspecto general
	%	%	%	%	%	%	Escala	Escala	Escala	Escala
1	88,0	12,0	5,14	0,232	5,25	10,83	4	3	3	3
2	88,0	12,0	5,33	0,221	5,29	10,70	3	3	4	3
3	88,0	12,0	5,21	0,201	5,32	10,64	4	3	4	4
4	96,0	20,0	6,02	0,231	8,13	11,92	4	4	4	4
5	80,0	20,0	5,05	0,224	6,65	10,81	4	4	4	4
6	88,0	0,686292	4,36	0,214	2,22	9,80	4	4	4	4
7	96,0	4,0	5,82	0,202	3,70	11,73	4	4	4	4
8	88,0	12,0	5,44	0,215	5,27	10,92	4	4	4	4
9	80,0	4,0	4,71	0,226	3,20	10,72	3	4	4	3
10	76,6863	12,0	4,50	0,206	4,93	10,59	4	4	4	4
11	88,0	12,0	4,22	0,245	5,24	10,63	4	4	3	4
12	99,3137	12,0	5,03	0,213	5,84	12,05	4	4	4	4
13	88,0	23,3137	4,02	0,214	7,51	11,33	4	5	5	4

X₁: Hojuela de quinua (%)

X₂: Cáscara de piña deshidratada (%)

Anexo 2

Tabla 41

Ficha para evaluación sensorial



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



Formulación y elaboración de hojuelas de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña (*Ananas comosus*) y su evaluación fisicoquímica y sensorial.

Evalué cada muestra, marcando con una (X), según la escala que cree conveniente

Sensoriales	Valor	Escala	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
Color	1	Muy malo													
	2	Malo													
	3	Deficiente													
	4	Aceptable													
	5	Bueno													
	6	Muy bueno													
	7	Excelente													
Olor	1	Muy malo													
	2	Malo													
	3	Deficiente													
	4	Aceptable													
	5	Bueno													
	6	Muy bueno													
	7	Excelente													
Sabor	1	Muy malo													
	2	Malo													
	3	Deficiente													
	4	Aceptable													
	5	Bueno													
	6	Muy bueno													
	7	Excelente													
Aspecto	1	Muy malo													
	2	Malo													
	3	Deficiente													
	4	Aceptable													
	5	Bueno													
	6	Muy bueno													
	7	Excelente													

Observaciones:.....

Anexo 3

Resultados de la evaluación de hojuelas de quinua con cáscara de piña deshidratada en trozos

1. Color

Tabla 42

Evaluación sensorial del color de las hojuelas de quinua con cáscara de piña deshidratada en trozos

Panelistas	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
1	3	4	3	4	3	2	4	3	3	3	3	4	4
2	3	2	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3
3	4	3	3	3	3	4	4	3	2	3	3	3	3
4	2	4	3	4	3	5	4	6	4	6	3	5	5
5	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4
6	3	4	2	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5
7	4	2	5	4	3	3	4	4	3	3	4	3	4
8	4	3	4	5	4	5	6	2	3	4	4	4	4
9	3	4	4	4	5	5	4	3	4	4	3	4	5
10	5	4	4	2	4	6	4	5	3	5	4	4	4
11	4	4	3	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5
12	4	4	2	3	5	3	5	4	5	5	4	4	5
13	3	2	5	5	4	4	3	4	3	4	3	3	4
14	3	3	3	5	4	3	4	3	3	5	5	4	6
15	5	3	4	4	4	6	5	5	4	4	5	5	5
16	5	3	4	4	4	4	4	5	3	5	5	4	6
17	3	3	5	6	5	5	4	4	2	3	3	5	5
18	2	4	5	5	5	5	4	4	3	5	4	6	4
19	4	3	4	4	5	3	5	4	4	5	5	4	5
20	4	4	3	4	3	4	3	5	3	4	4	5	4
21	5	4	4	4	4	5	4	4	3	6	5	3	4
22	5	3	5	4	4	3	5	5	4	5	4	4	4
23	4	3	5	3	5	4	5	4	3	4	3	5	5
24	3	4	4	4	4	5	4	6	3	5	5	3	3
25	3	3	5	5	5	4	4	5	4	4	3	4	4
26	5	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	3
27	3	5	2	5	4	5	5	5	3	5	5	4	5
28	3	3	3	5	4	5	4	5	3	5	4	5	5
29	3	4	3	5	3	4	2	4	4	4	5	4	5
30	6	5	4	2	3	5	4	3	4	5	4	5	6

2. Olor

Tabla 43

Evaluación sensorial del olor de las hojuelas de quinua con cáscara de piña deshidratada en trozos

Panelistas	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
1	4	2	3	3	3	2	4	4	4	4	4	4	4
2	4	3	4	3	4	3	5	4	5	4	3	5	5
3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	2
4	2	4	3	4	3	5	5	6	5	4	3	5	6
5	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3	5	4	4
6	4	3	3	4	5	5	5	5	6	6	4	6	6
7	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	4	4
8	4	4	3	4	5	4	6	3	3	5	4	4	4
9	3	4	3	3	5	4	4	4	4	4	4	5	6
10	3	3	4	5	4	6	4	5	2	5	4	3	5
11	3	4	3	4	5	5	4	5	4	4	3	5	5
12	3	3	3	4	4	4	5	4	4	4	4	5	6
13	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4
14	4	3	4	3	3	4	5	3	6	5	3	4	5
15	4	4	5	4	6	4	6	4	5	4	4	3	4
16	2	4	5	4	5	3	4	3	3	4	5	4	4
17	3	3	3	5	5	4	4	4	4	3	6	5	6
18	3	4	3	3	4	2	4	4	4	5	4	4	5
19	4	3	4	4	5	3	4	4	3	6	4	4	5
20	4	4	4	4	4	4	5	6	3	5	4	4	5
21	4	3	3	4	4	4	3	3	3	2	4	4	6
22	4	4	4	4	4	5	4	3	4	3	6	3	4
23	3	4	3	4	5	3	3	4	3	4	4	4	6
24	4	3	2	4	3	3	3	3	3	4	3	6	5
25	3	4	4	3	4	3	4	6	4	5	4	4	5
26	4	3	4	4	3	4	4	4	3	6	5	3	6
27	3	4	3	4	3	3	5	3	4	4	6	4	4
28	3	4	4	3	3	2	4	4	4	5	4	5	5
29	4	3	4	4	4	2	4	4	4	5	4	5	5
30	4	3	4	5	4	3	4	4	5	4	5	4	5

3. Sabor

Tabla 44

Evaluación sensorial del sabor de las hojuelas de quinua con cáscara de piña deshidratada en trozos

Panelistas	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
1	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4
2	5	4	4	3	4	3	5	4	4	5	3	5	4
3	3	3	4	5	4	5	4	4	4	5	3	5	5
4	3	3	5	3	4	5	5	5	4	4	4	5	6
5	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	5
6	3	4	4	3	4	4	4	4	6	6	2	6	6
7	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4
8	4	4	4	4	4	5	5	3	5	6	2	5	5
9	3	4	5	4	5	4	5	3	4	4	3	5	4
10	4	3	4	4	3	6	5	5	2	5	3	3	5
11	3	4	4	5	4	5	4	5	4	4	3	5	5
12	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	5	6
13	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5
14	3	4	3	4	4	5	5	4	4	4	3	4	5
15	4	5	5	5	3	4	4	3	3	4	3	3	4
16	4	4	2	4	3	4	4	3	2	5	3	4	5
17	3	4	3	4	4	5	4	4	3	4	3	3	6
18	4	3	4	2	4	5	5	4	4	5	3	4	5
19	2	3	5	3	4	4	5	5	4	6	4	3	5
20	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5
21	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5
22	3	5	5	5	5	4	4	4	3	5	3	5	4
23	4	4	4	5	3	5	4	5	4	5	4	4	5
24	3	3	3	3	3	4	5	4	4	3	3	5	6
25	3	4	4	5	4	3	5	3	3	4	4	5	5
26	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
27	3	5	4	3	3	4	4	5	3	4	4	5	5
28	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	6
29	3	4	5	4	3	4	5	4	4	4	3	5	5
30	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5

4. Aspecto general

Tabla 45

Evaluación sensorial del aspecto de las hojuelas de quinua con cáscara de piña deshidratada en trozos

Panelistas	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
1	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3
2	3	4	3	4	3	3	5	4	4	4	3	4	4
3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2
4	3	3	3	4	4	5	5	6	5	4	5	5	5
5	3	2	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4
6	2	3	2	3	4	4	5	5	5	5	3	5	5
7	4	2	3	3	4	2	3	2	3	3	4	3	3
8	3	4	4	5	4	5	5	5	2	6	4	5	5
9	5	3	5	4	5	4	4	3	4	4	4	5	4
10	3	3	4	4	5	4	4	5	2	4	3	3	5
11	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	3	5	5
12	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5
13	5	3	4	4	4	4	2	4	4	5	3	5	4
14	3	2	5	5	5	5	3	2	4	4	4	4	5
15	2	5	4	3	4	4	5	3	3	5	3	3	5
16	3	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5
17	2	3	4	4	4	5	4	4	3	4	3	4	6
18	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	5
19	3	3	3	4	3	4	3	4	4	5	4	5	4
20	3	4	3	5	4	4	5	3	4	5	4	5	4
21	4	5	4	4	4	5	4	5	3	5	4	5	6
22	3	4	4	4	4	3	3	4	2	3	4	5	3
23	4	2	5	3	4	5	4	3	4	4	3	3	4
24	5	3	4	4	3	3	3	4	3	5	3	4	3
25	4	4	5	4	3	5	4	4	3	3	4	3	5
26	4	3	4	4	5	4	3	5	4	3	4	6	6
27	4	4	2	5	5	5	5	2	4	5	5	4	5
28	3	4	4	2	3	3	4	4	4	5	4	3	4
29	4	5	3	5	4	4	4	3	3	5	5	5	6
30	4	3	5	4	4	5	5	3	4	4	4	4	4

Anexo 4

Panel fotográfico de deshidratación de la cáscara de piña en trozos

Figura 42

Recepción de la piña



Figura 43

Lavado y desinfección



Figura 44

Pelado



Figura 45

Escaldado



Figura 46

Escurrido



Figura 47

Deshidratación



Figura 48

Deshidratación



Figura 49

Trozos de piña



Figura 50

Cáscara deshidratada



Anexo 3

Formulación de hojuelas de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña

Figura 51

Hojuelas de quinua



Figura 52

Cáscara de piña en trozos



Figura 53

Mezcla



Anexo 4

FUNDAMENTOS PARA EL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Determinación de humedad

Fundamento

La determinación de humedad se basa en la pérdida de masa por desecación, llevando la muestra a una temperatura constante (100 °C–105 °C) para evaporar el agua. La diferencia entre el peso inicial y final se interpreta como el porcentaje de humedad presente en la muestra, en relación con su masa inicial.

Procedimiento

- Se debe iniciar con una muestra representativa no menor a 100 g.
- Moler y homogeneizar la muestra antes de tomarla para el análisis.
- En una placa petri previamente tarado pesar 5 g de la muestra.
- Colocar las muestras en la estufa a 105°C durante 2 h.
- Antes de retirar la muestra de la estufa tapparla placa Petri y colocar en un desecador hasta temperatura ambiente.
- Por la diferencia de peso se obtiene la humedad de la muestra y luego se lleva a porcentaje.

Cálculos

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{peso total} - \text{peso final}}{\text{peso muestra}} \times 100$$

Determinación de acidez (expresado en ácido sulfurico)

Fundamento

La determinación de la acidez se basa en la neutralización de los ácidos presentes en la muestra por titulación con una solución estándar de hidróxido de sodio (NaOH). Este procedimiento consiste en adicionar gradualmente la base hasta alcanzar el punto de equivalencia, lo que permite calcular la acidez total en función del volumen de gasto de NaOH.

Procedimiento

- Pesar 10 g de muestra.
- Agregar 100 mL de agua agitar la suspensión dada cada 10 minutos por 1 hora.
- Filtrar la solución, obtener como mínimo 50 mL del volumen filtrado.

- Tomar 50 mL del filtrado en un frasco erlenmeyer de 120 mL y agregar 1 mL de la solución de fenolftaleína.
- Titular con NaOH 0,1N hasta el cambio de coloración. El color grosella deberá persistir por espacio de 30 seg.
- Se registra los volúmenes de gasto.

Cálculos

$$\% \text{ Acidez} = V \times 0,098 \times \frac{85}{100 - H}$$

Determinación de fibra cruda

Fundamento

La fibra cruda es el residuo orgánico que se obtiene tras realizar sucesivas extracciones con disolventes, soluciones ácidas y alcalinas diluidas, con el objetivo de simular la digestión. Posteriormente, la muestra es filtrada y lavada para aislar el contenido de fibra cruda.

Procedimiento

- Se pesaron 2 g de muestra seca, previamente desengrasada, se coloca está en un balón, donde se le añade 200 mL de H₂SO₄ al 0.95%, llevar a ebullición por 30 min, filtrar y lavar hasta que llegue a pH 7 con agua hervida destilada.
- El residuo se le añadio 200 mL de hidróxido de sodio al 1,25%, llevándolo a ebullición durante 30 minutos. Posteriormente, se procedió a filtrar y lavar el residuo, primero con ácido clorhídrico al 1 % y luego con agua caliente.
- llevar a la estufa a 100 °C por 2 horas para su secado, se lleva la muestra a la estufa para su completa incineración de la materia orgánica.
- La muestra fue colocada en estufa a 100 °C durante 2 horas para su secado, siendo crucial para lograr la incineración completa de la materia orgánica presente.
- Registrar los pesos finales obtenidos.

Cálculos

$$\% \text{Fibra cruda} = \frac{m_{\text{material insoluble}} - m_{\text{cenizas}}}{m_{\text{muestra inicial}}} \times 100$$

Determinación de proteína

Fundamento

La cuantificación del contenido de proteína se realizó mediante el método Kjeldahl, el cual comprende tres etapas fundamentales: digestión, destilación y valoración. Este procedimiento permite una determinación precisa del contenido de proteína en la muestra.

Procedimiento

- Para la determinación del contenido de proteínas, se tomaron aproximadamente 5 g de muestra seca, los cuales fueron pulverizados previamente. Luego, se pesaron alícuotas de 0,1 g para cada una de las tres repeticiones.
- Cada muestra fue colocada en un balón junto con ácido sulfúrico concentrado y sometida a digestión mediante ebullición durante 2 horas, hasta alcanzar una coloración verde esmeralda, indicativa de la completa descomposición del material orgánico
- Durante la etapa de destilación, las muestras fueron alcalinizadas con hidróxido de sodio para liberar el nitrógeno en forma de amoníaco. Este gas fue arrastrado por el vapor y capturado en una solución absorbente de ácido bórico.
- Valorar con ácido clorhídrico de concentración (0,01 N), hasta obtener una coloración ligera color violeta.
- Se registra los volúmenes de gasto del ácido clorhídrico de cada repetición.

Cálculos

$$\% \text{Nitrògeno} = \frac{V_{\text{HCl}} \times N_{\text{HCl}} \times 14 \times 100}{m}$$

$$\% \text{Proteina} = \% \text{Nitrògeno} \times \text{factor}$$

Anexo 5

Panel fotográfico de las pruebas fisicoquímicas y evaluación sensorial de hojuelas de quinua con adición de cáscara de piña deshidratada

Figura 54

Homogenización de la muestra



Figura 55

Peso de la muestra para analizar



Figura 56

Determinación de humedad



Figura 57

Determinación de proteína



Figura 58

Determinación de fibra cruda



Figura 59

Determinación de acidez



Anexo 6

Evaluación sensorial

Figura 60

Preparación de muestras a evaluar



Figura 61

Evaluación organoléptica de las hojuelas de quinua con cáscara de piña deshidratada en trozos



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS:**

Formulación y elaboración de hojuelas de quinua con adición de cascara deshidratada en trozos de piña (*Ananas comosus*) y su evaluación fisicoquímica y sensorial

Expositora: Tania Perez Mendoza

Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 81797

Resolución Decanal N° 015-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 24-03-2025

En la Sala de Conferencia "Pedro Villena Hidalgo" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las once de la mañana con cinco minutos del día jueves veintisiete de marzo del año dos mil veinticinco, se reunieron la Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **Tania Perez Mendoza**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Wilfredo TRASMONTA PINDAY, Mg. Wuelde Cesar DIAZ MALDONADO y Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA, bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la Facultad), Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente).

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Formulación y elaboración de hojuelas de quinua con adición de cascara deshidratada en trozos de piña (*Ananas comosus*) y su evaluación fisicoquímica y sensorial**, presentado por la Bachiller **Tania Perez Mendoza**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 015-2025-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó a la Bachiller **Tania Perez Mendoza**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treinta y cinco minutos.

Finalizado la exposición de la Bachiller, el presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA, Mg. Wuelde Cesar DIAZ MALDONADO y Dr. Wilfredo TRASMONTA PINDAY. Luego el Presidente invitó al Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO, para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, el presidente del jurado invito a la sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADA POR UNANIMIDAD PROMEDIO TRECE (13)**.



UNSCH

FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS:

Formulación y elaboración de hojuelas de quinua con adición de cascara deshidratada en trozos de piña (*Ananas comosus*) y su evaluación fisicoquímica y sensorial

Expositora: Tania Perez Mendoza
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 81797

Resolución Decanal N° 015-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 24-03-2025

Finalmente, el Presidente del Jurado dispuso que se invite a la Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, la Bachiller **Tania Perez Mendoza**, ha resultado **APROBADA POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con una flamante **INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo la una de la tarde con diez minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:

.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente

.....
Dr. Wilfredo TRASMONTA PINDAY
Miembro

.....
Mg. Wuelde Cesar DIAZ MALDONADO
Miembro

.....
Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA
Miembro

.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El Director de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, hace CONSTAR:

Que, la Srta. **Tania PEREZ MENDOZA**, egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor **Dr. Alejandro Jesús MATOS ALEJANDRO**, la Tesis: **Formulación y elaboración de hojuelas de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña (*Ananas comosus*) y su evaluación fisicoquímica y sensorial**, y se precisa con el Informe de Originalidad de Turnitin, que el índice de similitud del trabajo es de 20% y que se ha generado el Recibo digital que confirma el Depósito que el trabajo ha sido recibido por Turnitin con fecha julio 25 de 2025 e Identificador de la Entrega N° **2720343474**.

Se expide la presente, para los fines pertinentes.

Ayacucho, 30 de julio del 2025.

 Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia
EP Ingeniería en Industrias Alimentarias

Dr. Alberto L. HUAMANI HUAMANI
DIRECTOR

c.c. : Archivo.
Constancia N° 059

Formulación y elaboración de hojuelas de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña (Ananas comosus) y su evaluación fisicoquímica y sensorial

por Tania Perez Mendoza

Fecha de entrega: 02-jul-2025 11:23a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2709324457

Nombre del archivo: TESIS_tania_perez.pdf (3.11M)

Total de palabras: 21099

Total de caracteres: 103594

Formulación y elaboración de hojuelas de quinua con adición de cáscara deshidratada en trozos de piña (Ananas comosus) y su evaluación fisicoquímica y sensorial

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	5%
2	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	1%
6	caelum.ucv.ve Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unica.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	editorialalema.org Fuente de Internet	1%
9	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	1%
10	1library.co Fuente de Internet	<1%
11	repositorio.unaj.edu.pe Fuente de Internet	<1%

12	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
15	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
16	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Rey Juan Carlos Trabajo del estudiante	<1 %
18	remediosnaturalesweb.com Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Católica Sedes Sapientiae Trabajo del estudiante	<1 %
20	dadospdf.com Fuente de Internet	<1 %
21	www.aulavirtualusmp.pe Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
23	purl.org Fuente de Internet	<1 %
24	saber.ucv.ve Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

revistas.sena.edu.co

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía Activo