

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Elaboración de galletas gluten free con adición de inulina y semillas de cáñamo como reemplazo de azúcar y grasa.

Ambar Adriana Arauz Izurieta

Valeria Estefanía Jiménez Lascano

Joselyn Carolina Rodríguez Moreno

Ingeniería en Alimentos

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniero/a en Alimentos

Quito, 19 de mayo de 2023

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Elaboración de galletas gluten free con adición de inulina y semillas de
cañamo como reemplazo de azúcar y grasa**

**Ambar Adriana Arauz Izurieta
Valeria Estefanía Jiménez Lascano
Joselyn Carolina Rodríguez Moreno**

Nombre del profesor, Título académico

María Gabriela Vernaza Leoro, Ph.D.

Quito, 19 de mayo de 2023

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Ambar Adriana Arauz Izurieta
Código: 00206051
Cédula de identidad: 1718728197
Lugar y fecha: Quito, 19 de mayo de 2023

Nombres y apellidos: Valeria Estefanía Jiménez Lascano
Código: 00211077
Cédula de identidad: 1723920664
Lugar y fecha: Quito, 19 de mayo de 2023

Nombres y apellidos: Joselyn Carolina Rodríguez Moreno
Código: 00206853
Cédula de identidad: 1720803533
Lugar y fecha: Quito, 19 de mayo de 2023

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

RESUMEN

La elaboración de alimentos libres de gluten ha experimentado un interesante avance en la ciencia de alimentos en los últimos años. Se exploran diferentes ingredientes que puedan reemplazar de manera efectiva distintos componentes para mejorar su calidad nutricional. El objetivo de este estudio fue desarrollar una galleta libre de gluten con adición del 70% de cereales (mezcla de harina de quinua y arroz) y 30% de leguminosas (harina de chocho.) Se utilizó un diseño experimental de mezclas donde se evaluó el efecto del reemplazo de azúcar por inulina (hasta un 50%), de grasa por pasta de cáñamo (hasta 50%) y harina de arroz por quinua (hasta 100%). Las galletas obtenidas se caracterizaron en función de la actividad de agua (A_w), coeficiente de esparcimiento (CE), densidad de la masa (d) (g/ml), color (L^* , C^* y h), cantidad de proteínas (%), grasa (%) y cenizas (%). La A_w , CE, d , L^* , C^* y h no se vieron significativamente afectadas por las variables de estudio. Por otro lado, para las respuestas de cantidad de proteínas, grasas y cenizas fue posible obtener un modelo matemático y una superficie de respuesta ($R^2 > 0,60$) y $p < 0,05$). La quinua tuvo una gran importancia para maximizar las proteínas y cenizas y la pasta de cáñamo en la reducción de grasa. Con la ayuda de la función de deseabilidad se escogieron dos formulaciones óptimas: FO1 (0% inulina, 12,10% pasta de cáñamo y 75,80% harina de quinua) y la formulación FO2 (6,06% inulina, 43,95% pasta de cáñamo y 0% harina de quinua), maximizando la cantidad de proteína y ceniza y minimizando la cantidad de grasa de las galletas. Posteriormente se realizó un análisis sensorial con las dos muestras optimizadas y una control (sin quinua, inulina y pasta de cáñamo) utilizando una escala hedónica de 7 puntos. Los resultados mostraron una apreciación global de 5,67, 5,43 y 5,32 para el control, FO1 y FO2, respectivamente. Se puede concluir que las galletas tuvieron un nivel de agrado alto situándose en la escala de “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho” por lo tanto fueron aceptadas de forma favorable por el público.

Palabras clave: Pasta de cáñamo, proteína, grasa, harina de quinua, harina de chocho, harina de arroz, optimización.

ABSTRACT

The development of gluten-free foods has experienced an interesting advancement in food science in recent years. Different ingredients are being explored that can effectively replace different components to improve their nutritional quality. The objective of this study was to develop a gluten-free cookie with the addition of 70% cereals (a mixture of quinoa and rice flour) and 30% legumes (lupin flour). An experimental mixture design was used to evaluate the effect of replacing sugar with inulin (up to 50%), fat with hemp paste (up to 50%), and rice flour with quinoa flour (up to 100%). The cookies obtained were characterized based on water activity (A_w), spreading coefficient (CE), dough density (d) (g/ml), color (L^* , C^* , and h), protein content (%), fat (%), and ash (%). The A_w , CE, d, L^* , C^* , and h were not significantly affected by the study variables. On the other hand, it was possible to obtain a mathematical model and a response surface ($R^2 > 0.60$ and $p < 0.05$) for the protein, fat, and ash contents. Quinoa was important for maximizing protein and ash content, while hemp paste was effective in reducing fat content. Using the desirability function, two optimal formulations were chosen: FO1 (0% inulin, 12.10% hemp paste, and 75.80% quinoa flour) and FO2 (6.06% inulin, 43.95% hemp paste, and 0% quinoa flour), maximizing the protein and ash content and minimizing the fat content of the cookies. Subsequently, a sensory analysis was conducted with the two optimized samples and a control sample (without quinoa, inulin, and hemp paste) using a 7-point hedonic scale. The results showed an overall appreciation of 5.67, 5.43, and 5.32 for the control, FO1, and FO2, respectively. It can be concluded that the cookies had a high level of liking, positioning them in the "moderately like" and "like very much" categories on the scale, and were therefore favorably accepted by the public.

Key words: Hemp paste, protein, fat, quinoa flour, chocho flour, rice flour, optimization.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
METODOLOGÍA.....	16
Pruebas preliminares.....	16
Diagrama de la preparación de la galleta y pasta de cáñamo	16
Diseño experimental	17
Proteína	19
Grasa	19
Cenizas	20
Coeficiente de esparcimiento	20
Densidad de la masa.....	20
Actividad de agua	21
Color.....	21
Análisis estadístico	21
Evaluación sensorial	21
Análisis proximal	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
Caracterización de las galletas.....	23
Optimización	32
Análisis proximal	33
Evaluación sensorial	39
CONCLUSIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Tratamientos utilizados en el diseño de mezclas	18
Tabla 2.Formulación base para galletas sin gluten cortadas por alambre	19
Tabla 3.Datos de las variables de salida de las galletas libres de gluten con adición de inulina y semillas de cáñamo.	23
Tabla 4.ANOVA para el modelo matemático de porcentaje de proteína	26
Tabla 5.ANOVA para el modelo matemático de porcentaje de cenizas totales.	28
Tabla 6.ANOVA para el modelo matemático de porcentaje de grasa.	30
Tabla 7.Optimización de las formulación de galletas sin gluten con adición de inulina y semillas de cáñamo.....	32
Tabla 8.Composición proximal de la muestra control y las muestras optimizadas de galletas libres de gluten con adición de inulina y semillas de cáñamo.....	33
Tabla 9.Nivel de agrado de color, dureza y percepción global de la galleta.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de galletas libres de gluten bajas de grasa y azúcar con adición de semillas de cáñamo.	17
Figura 2. Gráfico de contorno de porcentaje de proteína.	26
Figura 3. Gráfico de contorno de porcentaje de cenizas totales.	28
Figura 4. Gráfico de contorno de porcentaje de grasa.	31
Figura 5. Información nutricional de la formulación control de galletas.	36
Figura 6. Tabla nutricional formulación optimizada para maximizar la proteína de las galletas.	37
Figura 7. Tabla nutricional formulación optimizada para minimizar la grasa de las galletas.	38
Figura 8. Semáforo de las formulaciones control y FO1 de galletas libres de gluten.	39
Figura 9. Semáforo de las formulación FO2 de galletas libres de gluten.	39

INTRODUCCIÓN

Se estima que el 1.7% de la población mundial ha sido diagnosticada con la enfermedad celíaca, sin embargo, entre el 0.75% y 1.2% no posee un diagnóstico claro, los pacientes en su mayoría son mujeres menores a 65 años (Green et al., 2001). Esta enfermedad inflamatoria de origen autoinmune ataca a la mucosa del intestino delgado, mismo que es intolerante al grupo de proteínas que componen el gluten, como las prolaminas encontradas en el trigo, centeno y cebada (Lindfors, Ciacci, Kurppa et al., 2019). Las dietas celíacas son una tendencia a nivel mundial, no obstante, esta dieta genera cambios metabólicos en la población tales como obesidad o hígado graso no alcohólico, incremento en presión arterial y niveles de triglicéridos (Remes et al., 2020). De acuerdo con Calle et al (2020), los alimentos sin gluten disponibles en el mercado frecuentemente contienen mayor cantidad de grasa, carbohidratos y son pobres en proteínas y micronutrientes.

La quinua se caracteriza por ser un pseudocereal de origen andino, que ha sido cultivado y expandido alrededor del mundo. Este producto además de crecer en condiciones extremas es rica en nutrientes y posee propiedades libres de gluten (Lu et al., 2023). De acuerdo con la FAO (2014), los principales productores de la quinua a nivel de Latinoamérica son Bolivia, Perú y Ecuador. Centeno et al (2023), menciona que la mayor productividad de este pseudocereal se encuentra en las provincias de Carchi, Pichincha y Loja. Entre sus beneficios está la absorción de nutrientes, reparación de tejidos corporales y el crecimiento. Es una de las mejores fuentes de proteína vegetal, ya que contiene todos los aminoácidos esenciales que necesita el ser humano para una dieta saludable (Li et al., 2018). El consumo es beneficioso para las personas que tienen obesidad, diabetes tipo 2, enfermedades cardíacas, o enfermedades relacionadas al alto consumo de azúcar ya que posee un bajo índice glicémico (Ranilla et al., 2018). Esta planta puede ser una opción

rentable y sostenible para los agricultores ecuatorianos, ya que es bastante resistente a plagas, enfermedades y puede crecer en zonas áridas, lo cual no requiere alto consumo de agua (Viteri-Salazar et al., 2018). El cultivo de quinua, según Bhargava y Srivastava (2013), a nivel mundial pasó de ser un cultivo exclusivo de comunidades indígenas para convertirse en uno de los productos más exportados a nivel mundial por ser un producto orgánico con efecto nutracéutico.

El chocho es uno de los alimentos considerados como patrimoniales en el Ecuador. Su origen radica en los Andes de América del Sur donde su cultivo empezó en las zonas donde actualmente se identifica como Ecuador, Bolivia y Perú. Esta leguminosa presenta un contenido de proteínas entre el 42-51% y adicionalmente es una buena fuente de calcio (Del Salto, 2019). Además, es una buena fuente de proteínas por su alto contenido de aminoácidos esenciales, permite la producción de enzimas y hormonas importantes para el correcto funcionamiento del cuerpo. El chocho es un alimento nutritivo por su bajo nivel de grasas y elevado contenido de fibra alimenticia, lo que contribuye a la salud digestiva. La presencia de fibra ayuda al estreñimiento, reduce la probabilidad de sufrir enfermedades cardiovasculares y produce una sensación de saciedad y al mantenimiento de un peso saludable (Maldonado et al., 2020). Las plantaciones de chocho son sostenibles, sin embargo, la demanda del mismo no se satisface, por lo que, es necesario que la producción aumente para la exportación. Según Peralta (2016), se ha detectado que el 82% de la producción se destina a la venta y el otro 18% es de consumo familiar y como semilla. El aumento de la demanda genera empleo e ingresos a la población de la sierra ecuatoriana, como se refleja en el “Proyecto de Integración de Cadena de Valor del Chocho” (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021).

El cáñamo es una planta con origen asiático cuyo cultivo empezó en China hace 8500 años. Los principales usos en la época tuvieron un enfoque textil, medicinal y

alimenticio (Alonso et al., 2023). En la antigüedad el uso del cáñamo ha sido limitado debido a que presenta el compuesto psicoactivo tetrahidrocannabinol, sin embargo, estas semillas se han utilizado en la industria de alimentos por su alto valor nutricional tanto de proteínas como de ácidos grasos poliinsaturados como el omega 3 y 6 (Wang & Xiong, 2019). Según datos del Ministerio de Salud Pública, los ácidos grasos anteriormente mencionados poseen propiedades antiinflamatorias y que reducen el riesgo de enfermedades como alzhéimer que tiene una incidencia en hombres del 35% y en mujeres 65% (Ministerio de Salud Pública, 2018). El cáñamo es rico en vitamina E, calcio, magnesio y hierro, nutrientes esenciales para la salud ósea, formación de glóbulos rojos, función muscular y nerviosa, regulación del ritmo cardíaco y la protección de las células del daño oxidativo (Derven, 2018). También ayuda a mantener una digestión saludable y prevenir enfermedades como el síndrome del intestino irritable y el estreñimiento, debido a su contenido de fibra dietética (Liguori, 2018). La planta de cáñamo se considera resistente por lo cual el uso de agua y pesticidas es limitado lo que genera una disminución en el impacto ambiental. Además, es una de las plantas con mayor absorción de CO₂ de la atmósfera durante el cultivo (Nieto, 2021). El cannabis y sus derivados han tenido incidencia en el desarrollo de nuevos productos. De acuerdo con Nieto (2022), el mercado a nivel mundial alcanzará los 3411.43 millones de dólares para el 2030. Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea son los principales interesados en este tipo de productos (Juárez, 2020).

La proteína vegetal presenta deficiencia en uno o más aminoácidos esenciales tales como lisina y metionina. Para aumentar el potencial anabólico de una proteína vegetal se puede combinar diferentes fuentes de proteína que proporcione un perfil de aminoácidos equilibrado (Van Loon, 2021). Por lo tanto, se puede combinar las proteínas de los

cereales que cuentan con el aminoácido metionina a las proteínas de las leguminosas que contribuyen con lisina (Aguilar et al., 2008).

Objetivos

Objetivo general

- Elaborar galletas libres de gluten bajas en calorías con la adición de inulina y semillas de cáñamo.

Objetivos específicos

- Estudiar la adición de semillas de cáñamo, inulina y harina de quinua mediante un diseño de mezclas para evaluar las propiedades fisicoquímicas de las galletas libres de gluten.
- Optimizar la mejor combinación de inulina, semillas de cáñamo y harina de quinua para obtener una galleta con alto contenido de proteína y baja en grasa.
- Evaluar sensorialmente la aceptación de las galletas libres de gluten con adición de inulina y semillas de cáñamo mediante una prueba hedónica.

METODOLOGÍA

Para las galletas, se utilizó harina de chocho de la marca Ethnisnack. En base a la información nutricional proporcionada, se conoce que en 15 g de porción se obtiene 6% de grasa total, 10% de ácidos grasos saturados, 0% de sodio, 1% de carbohidratos y 14% de proteína (Ethniessence, 2023). También, se utilizó harina de quinua de la marca Prodicereal, donde en 30 g de porción se obtiene 2% de grasas totales, 7% de carbohidratos y 1% de proteínas (Prodicereal, 2021). En cuanto a la harina de arroz se utilizó la marca “La Pastora”, donde en 50 g se obtiene 13% de carbohidratos, 7% de proteína y 0% de grasa total.

Por otro lado, para el reemplazo parcial de grasa se utilizó semillas de cáñamo de Spezia, donde en 10 g de porción hay 3% de grasas totales, 1% carbohidratos y 8% de proteínas. Para reemplazar el azúcar, se utilizó inulina del proveedor INNOVAPEC, que contiene en porcentaje de materia seca: inulina $> 90\%$, glucosa + fructosa $\leq 4\%$, sacarosa $\leq 8\%$.

Pruebas preliminares

Se evaluó el sabor de las harinas a utilizar en 3 pruebas considerando una proporción 3:1 de harinas de cereales y leguminosas respectivamente para mantener un perfil de aminoácidos esenciales adecuado. Se consideró la harina de quinua, harina de chocho y proteína de garbanzo para las pruebas y se determinó mediante la degustación de 7 panelistas no entrenados que la combinación con mejor sabor fue en proporción 3 de harina de quinua y 1 de harina de chocho.

Diagrama de la preparación de la galleta y pasta de cáñamo

En la FIGURA 1 se describen los pasos para realizar la pasta de cáñamo y el procedimiento de preparación de las galletas.

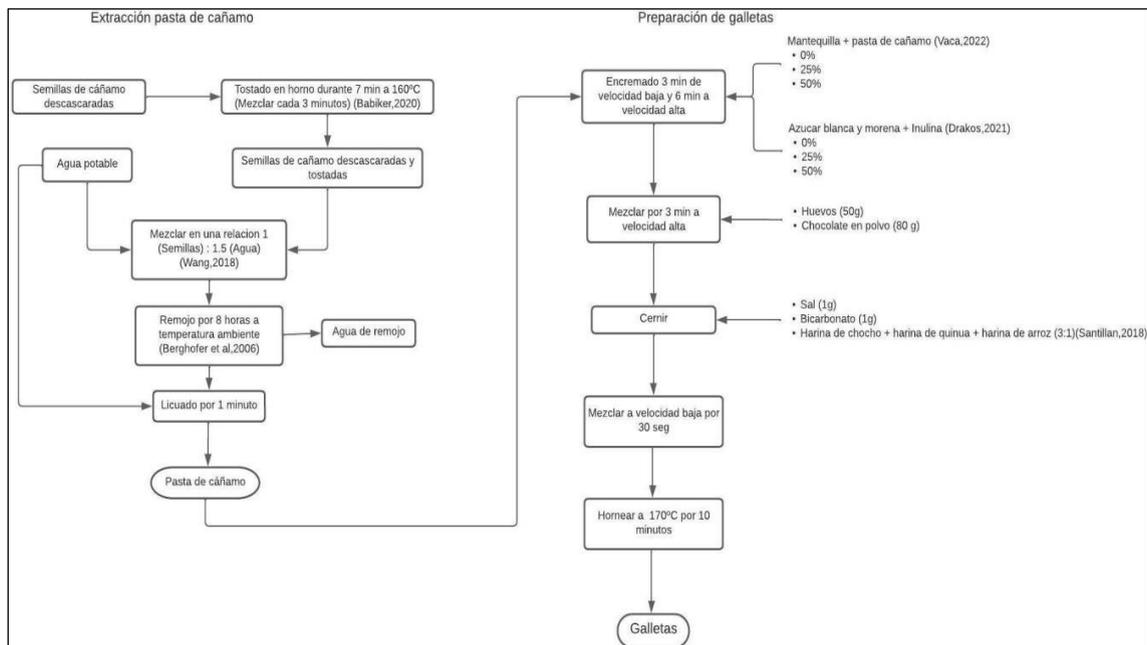


Figura 1. Diagrama de flujo de galletas libres de gluten bajas de grasa y azúcar con adición de semillas de cáñamo.

Diseño experimental

Se realizó un diseño de mezclas donde se evaluó el efecto de tres factores. El reemplazo de inulina por azúcar en un rango hasta el 50%, reemplazo de grasa por semillas de cáñamo hasta un 50% y hasta el 100% de reemplazo de harina de quinua por harina de arroz. Las cantidades de sustitución fueron variando de acuerdo con las corridas del diseño. En la TABLA 1 se encuentran los tratamientos utilizados en el diseño de mezclas y en la TABLA 2 se observa la formulación base para las galletas.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el diseño de mezclas

		X ₁		X ₂		X ₃
Ensayo	Azúcar [%]	Inulina [%]	Mantequilla [%]	Pasta cáñamo [%]	Harina de arroz [%]	Harina de quinua [%]
1	50,00	50,00	100,00	0,00	100,00	0,00
2	100,00	0,00	50,00	50,00	100,00	0,00
3	100,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
4	75,00	25,00	75,00	25,00	100,00	0,00
5	75,00	25,00	100,00	0,00	50,00	50,00
6	100,00	0,00	75,00	25,00	50,00	50,00
7	66,67	33,34	91,67	8,34	83,33	16,67
8	91,67	8,34	66,67	33,34	83,33	16,67
9	91,67	8,34	91,67	8,34	33,33	66,67
10	83,34	16,67	83,34	16,67	66,67	33,33
11	83,34	16,67	83,34	16,67	66,67	33,33
12	83,34	16,67	83,34	16,67	66,67	33,33

Tabla 2. Formulación base para galletas sin gluten cortadas por alambre

Ingredientes	Cantidad [g]
Harina de quinua	150
Harina de arroz	
Harina de chocho	50
Azúcar blanca	85
Azúcar morena	85
Mantequilla	112
Huevo	50
Bicarbonato	1
Sal	1

Los parámetros para evaluar en las galletas se describen a continuación:

Proteína

Se empleó el método de Kjeldahl descrito en el estándar AACC 46-10.01. El cual a partir de la destilación y titulación de la muestra con HCl se determinó la cantidad de nitrógeno presente en la muestra y mediante la siguiente ecuación se calculó el porcentaje de proteína. El ensayo se realizó por duplicado.

$$\%proteína = \frac{14xNxVx100xfactor}{mx1000} \quad (1)$$

Grasa

Se utilizó el método 7.056 descrito por la AOAC (1990), el cual se basa en la extracción continua de la grasa del alimento utilizando un disolvente en este caso el

hexano. Se utilizó el equipo SER 18486 y las muestras fueron analizadas por duplicado.

Para el porcentaje de grasa se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%grasa = \frac{PFV-PIV}{PM} \quad (2)$$

Cenizas

Se utilizó el método descrito por Kirk et al., (1996) que permite cuantificar la cantidad de minerales en la muestra mediante la exposición a altas temperaturas por un tiempo prolongado. Se realizó el método por duplicado de las 12 corridas. Para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%cenizas = \frac{\text{Peso cenizas}}{\text{Peso muestra}} * 100 \quad (3)$$

Coefficiente de esparcimiento

Se calculó el diámetro y la altura de la galleta recién horneada con la ayuda de un calibrador digital, se tomaron cinco mediciones en diferentes puntos y se realizó un promedio de los datos. El coeficiente se calculó al dividir el diámetro de la galleta para la altura.

Densidad de la masa

Se tomó un vaso de plástico y se procedió a pesarlo vacío. A continuación, se calculó el volumen de agua que entra en el vaso y posteriormente se colocó la masa de las muestras dentro del vaso y se procedió a pesar. Una vez obtenidos las cinco mediciones, se realizó un promedio de los datos y se utilizó la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \quad (4)$$

Actividad de agua

Se utilizó el equipo de medición de actividad de agua para evaluar la disponibilidad de agua en las muestras. Se colocó la cantidad exacta de muestra en la celda de medición y se procedió a poner en funcionamiento el equipo. El análisis se realizó por duplicado.

Color

Se utilizó el colorímetro donde cada muestra fue analizada por duplicado. Se homogeneizó la muestra en unos contenedores y se procedió a activar el equipo. Se emitió una luz específica sobre la muestra y se capturó la cantidad de luz reflejada. Los parámetros de color analizados fueron L^* , a^* , b^* , C^* y h .

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante la metodología de superficie de respuesta utilizando el software Statistica versión 10 con una significancia del 5%. Por otro lado, para la variable de salida de la grasa se trabajó con un nivel de significancia del 10 y un $R^2 \geq 0.6$

Evaluación sensorial

La prueba sensorial se realizó con tres muestras, una galleta control y dos galletas con las formulaciones optimizadas. Se aplicó una prueba de nivel de agrada por atributos con 68 panelistas no entrenados, entre edades de 18 a 85 años. En una bandeja plástica se colocaron las 3 muestras de las galletas y un vaso de agua.

Se realizó una prueba de aceptación por atributos con una escala hedónica de 7 puntos (7 “me gusta extremadamente” y 1 “me disgusta extremadamente”). Por lo tanto, el panelista colocó el número que mejor describió a la muestra por su color, sabor, dureza y global. La prueba se desarrolló el viernes 5 de mayo del 2023 entre las 8h00 y 11h00, en el aula de evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito.

Se presentó a cada panelista en platos blancos de poliestireno expandido, tres muestras codificadas con un número aleatorio de 3 dígitos (874 control, 251 óptima 1 y 369 óptima 2), un vaso con agua, una servilleta, el cuestionario (Anexo I), el consentimiento informado (Anexo J) y un esfero.

Se utilizó ANOVA para determinar la aceptabilidad del producto, con un nivel de significancia ($\alpha=0.05$) en el software Minitab 19. Los jueces fueron analizados como bloques para determinar diferencias significativas entre cada juez.

Análisis proximal

El análisis proximal fue realizado a las 3 muestras presentadas en la evaluación sensorial, las muestras fueron analizadas por duplicado. Se determinó proteína, cenizas y grasa que se encuentran descritas en la parte del diseño experimental de este documento. Adicionalmente, se determinó humedad utilizando la estufa a 130°C durante una hora. Para obtener el porcentaje de humedad se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%humedad = \frac{\text{Peso muestra seca}}{\text{Peso muestra inicial}} * 100 \quad (5)$$

También, para la determinación del total de carbohidratos se realizó por diferencia a partir de la composición total del alimento, para esto se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%Carbohidratos = 100 - \%Humedad - \%Grasa - \%Proteína - \%Cenizas \quad (6)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las galletas

Una vez realizado el diseño experimental, se consiguió los resultados presentados en la TABLA 3, donde se detallan los datos obtenidos de las variables de salida.

Tabla 3. Datos de las variables de salida de las galletas libres de gluten con adición de inulina y semillas de cáñamo.

VARIABLES DE SALIDA											
Trat.	Densidad de masa [g/ml]	Coefficiente esparcimiento	Aw	L*	a*	b*	C*	h	% Ceniza	% Proteína	% Grasa
1	1.23	2.64	0.44	67.15	5.73	27.03	27.63	78.04	0.72	8.47	21.21
2	1.12	3.54	0.50	62.70	7.43	26.65	27.67	74.42	0.93	13.64	18.16
3	1.13	2.72	0.42	64.58	6.81	26.46	27.33	75.53	1.15	13.84	24.01
4	1.13	2.96	0.49	66.14	6.48	24.57	25.38	75.23	0.73	14.46	22.68
5	1.19	3.00	0.39	64.56	6.78	25.54	26.46	75.13	0.96	10.56	31.98
6	1.13	3.23	0.44	64.88	6.74	26.22	27.07	75.59	1.14	13.50	20.89
7	1.25	2.95	0.39	65.15	7.02	25.54	26.47	73.82	0.64	11.29	25.43
8	1.09	4.42	0.37	65.98	7.68	23.79	25.00	72.11	0.92	11.77	25.90
9	1.11	3.03	0.40	65.59	6.73	26.64	27.48	75.83	1.21	12.37	22.45
10	1.19	3.15	0.42	60.62	7.84	25.15	26.35	72.67	0.92	11.54	24.46
11	1.14	3.30	0.45	65.29	6.80	26.72	27.58	75.73	0.99	13.38	20.80
12	1.11	3.40	0.43	65.98	6.38	26.17	26.94	76.27	1.72	11.31	23.38

Tras analizar los datos obtenidos mediante la metodología de superficie de respuesta, los resultados de las variables de actividad de agua, coeficiente de

esparcimiento, color, densidad de la masa no presentaron un $R^2 > 0,60$. Por lo tanto, estas variables estudiadas no afectaron significativamente.

Como se observa en la TABLA 3, los valores de las variables antes mencionadas son muy próximos unos con otros, por esta razón es posible que no se pudo obtener un modelo matemático adecuado y que describa el efecto de las variables. No obstante, se las analizaron debido a que son importantes para la caracterización de las galletas.

En cuanto a la actividad de agua, es un parámetro fundamental para la conservación de los alimentos. Se incluyó esta variable de salida ya que Smith y Johnson (2018), indican que la actividad de agua afecta en la textura, sabor, vida útil y estabilidad microbiológica de las galletas. Los valores obtenidos de A_w oscilan entre 0,37 a 0,50. Según un estudio realizado por Aguacallo (2023), el contenido de actividad de agua de las galletas realizadas con harina de chocho y quinua se encuentran entre 0,32 a 0,38.

La expansión de la galleta durante el horneado viene dada por la funcionalidad de los ingredientes, en este caso, de la grasa. Para este estudio, se reemplazó la mantequilla por las semillas de cáñamo como sustitución parcial de grasa. Según Kweon y Slade (2010), este factor es fundamental ya que aporta con la textura y apariencia de la galleta. De acuerdo con Villaroel et al (2009), en un estudio similar para la búsqueda de la galleta optimizada se obtuvo un índice de extensibilidad de 10. En este caso los valores obtenidos en este estudio son bastante alejados con un valor que oscila entre 2,64 a 4,42. Esta diferencia puede ser resultado del reemplazo parcial de grasa que se realizó.

Por otro lado, la densidad de la masa puede estar relacionada con la calidad y cantidad de los ingredientes o el contenido de humedad. Cuando la densidad de la masa es menor, se presenta una galleta más blanda y menos capas de formar una estructura cohesiva, por lo que es mucho más propensa a que se dañe (Gökmen, 2019). En el caso

que la galleta presente una mayor densidad en la masa indica que existe una mayor cantidad de aire atrapado especialmente en el momento del encremado y horneado, lo que da como resultado una galleta más compacta, pero con una estructura interna sólida y menos porosa (Salvador,2015). Los valores obtenidos para esta variable fueron de 1.09 a 1.25, mismo que son muy próximos unos a otros, por lo que no se pudo obtener un modelo matemático.

Con respecto a la variable del color, durante el horneado de las galletas se produce la reacción de Maillard, la cual según Fernández (2020) es un proceso en el cual los alimentos sufren una transformación al ser expuestos a una fuente de calor, que como resultado potencia los aromas, cambia el color del alimentos y crea sabores profundos. No obstante, en las galletas analizadas no hubo diferencia significativa en el color. Esto puede ser debido a que el cambio porcentual de los reemplazos puede no ser tan significativo para que exista una diferencia de color en las galletas, por lo que los ingredientes utilizados en las galletas se mezclan y compensan entre sí, resultando en un color general de las galletas sin diferencias notables (Slađana & Vural. 2021). El valor L^* representa luminosidad, a^* coordenadas rojo/verde, b^* coordenadas amarillo/azul. En cuanto a la luminosidad mientras más positivo sea el valor quiere decir que es más luminoso. Por otro lado, si es más negativo quiere decir que es más oscuro. Los valores oscilan entre un valor mayor a 60 por lo tanto quiere decir que las galletas presentan una luminosidad alta.

La ecuación 7 representa el modelo matemático para el porcentaje de proteína de las galletas. El modelo obtuvo un R^2 de 0,82 y un R^2 ajustado de 0,72. Además, en la TABLA 4 se presentan los resultados del ANOVA para proteína y en la FIGURA 2 la representación gráfica del modelo matemático.

$$\% \text{ Proteína} = 8,51I + 13,10C + 13,64Q + 13,63I \cdot Q - 37,11I \cdot C \cdot Q \quad (7)$$

Donde:

I = Inulina

C = Pasta de cáñamo

Q = Harina de quinua

Tabla 4. ANOVA para el modelo matemático de porcentaje de proteína

Fuente	SS	df	MS	F	p
Modelo	26,12	4	6,53	8,06	0,0092
Error total	5,67	7	0,81		
Falta de ajuste	3,09	5	0,62	0,48	0,7803
Error puro	2,58	2	1,29		
Total, ajustado	31,79	11	2,89		

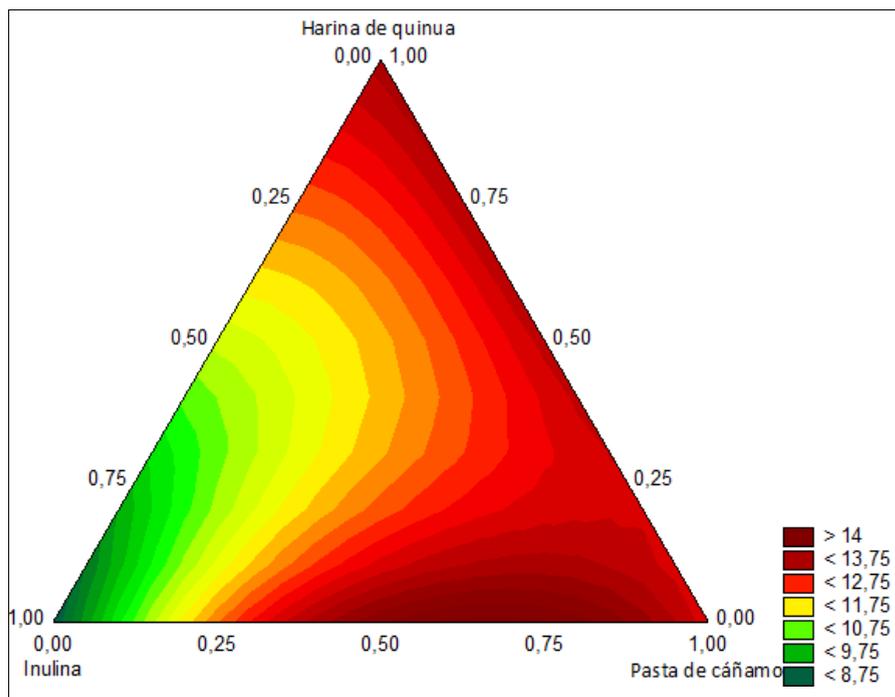


Figura 2. Gráfico de contorno de porcentaje de proteína.

La ecuación 7 indica que el factor que más influencia tiene sobre proteína es la quinua.

De acuerdo con la FAO (2013), la cantidad de proteína presente en la quinua varía entre

10 a 17%. Adicionalmente, la calidad de las proteínas de la quinua es lo que le hace un super alimento ya que este pseudo cereal supera el patrón de puntuación de los aminoácidos recomendados por la FAO.

En la TABLA 4 se observa que el valor p del modelo es de 0,0092 lo cual es significativo a un nivel de confianza del 5%. Esto quiere decir que al menos uno de los tres factores planteados tuvo influencia para el aumento de la cantidad de proteína.

En la FIGURA 2 se observa las regiones en las cuales se maximiza o minimiza la cantidad de proteína de la galleta. Con respecto a la pasta de cáñamo, a valores altos de la pasta el porcentaje de proteína aumenta entre 12,75 - 13,75%. Burton et al (2022) menciona que las semillas de cáñamo poseen 25% de proteína. Por otro lado, la inulina no tuvo un efecto importante dentro de las proteínas ya que a valores altos de inulina la proteína es menor a 8,75%. La harina de quinua es la región que a valores altos tiene el porcentaje mayor de proteína que corresponde a mayor del 14%. Por último, como se observó en la ecuación 7 la interacción entre los tres factores minimiza la proteína por lo que se encuentra en la región amarilla-verde correspondiente a un porcentaje de proteína entre 10,75 – 11,75%.

La ecuación 8 representa el modelo matemático para el porcentaje de cenizas de las galletas. El modelo obtuvo un R^2 de 0,85 y un R^2 ajustado de 0,80. Además, en la TABLA 5 se presentan los resultados del ANOVA para ceniza y en la FIGURA 3 la representación gráfica del modelo matemático.

$$\% \text{ Cenizas} = 0.64I + 0.88C + 1.20Q + 0.44C \cdot Q \quad (8)$$

Donde:

I = Inulina

C = Pasta de cáñamo

Q = Harina de quinua

Tabla 5. ANOVA para el modelo matemático de porcentaje de cenizas totales.

Fuente	SS	df	MS	F	P
Modelo	0.29	3	0.098	15.37	0.001104
Error total	0.051	8	0.006		
Falta de ajuste	0.049	6	0.008	6.24	0.144582
Error puro	0.003	2	0.001		
Total, Ajustado	0.35	11	0.031		

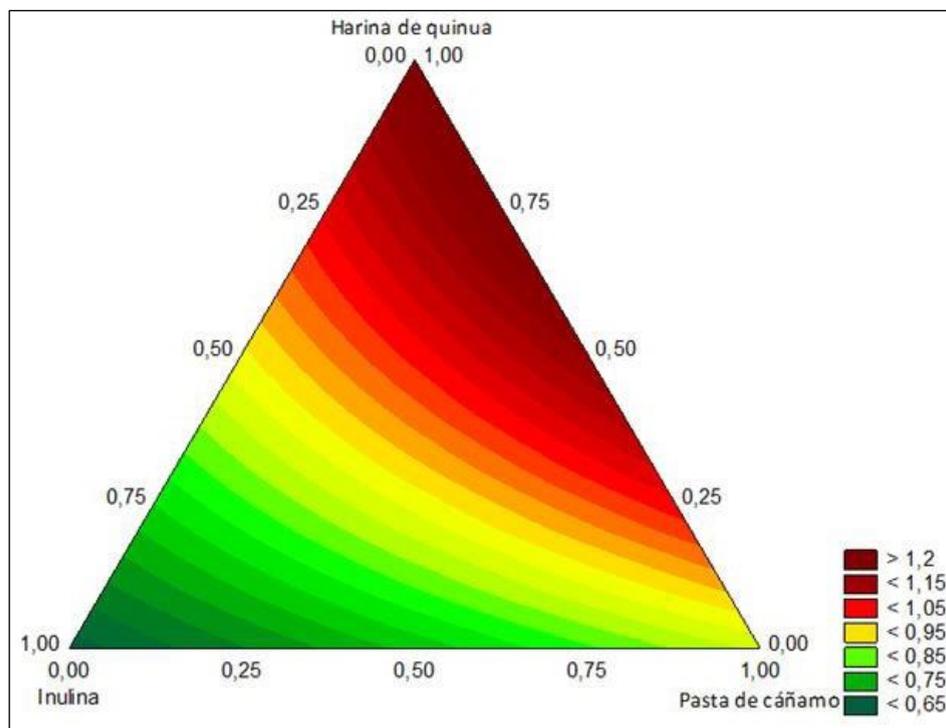


Figura 3. Gráfico de contorno de porcentaje de cenizas totales.

Las cenizas permiten evaluar el contenido de residuos inorgánicos, como minerales, los cuales quedan después de la incineración de una muestra en una mufla (Gonzales & Rodríguez, 2018). Por lo general, la temperatura adecuada de la mufla es alrededor de 500 °C por 1 día aproximadamente, para que las muestras se conviertan en residuo inorgánico (Yaillet & Carvajal, 2017). Según Chirinos y Vargas (2017), el contenido total de las cenizas en una galleta comercial oscila entre el 0.5% y el 2% del peso total de la galleta. En cuanto al ANOVA, la TABLA 7 muestra que el valor de F es

alto (15.37) y el valor de P es bajo (0.001104), lo que indica que es estadísticamente significativo y que existe una relación entre las variables.

La quinua influyo positivamente en la cantidad de cenizas, al aumentar el porcentaje de harina de en la galleta el contenido de cenizas fue mayor con un valor mayor al 1,2%. Por otro lado, el factor que menos influyó sobre la cantidad de cenizas fue la inulina dando un valor menor al 0,65% y ubicándose en la parte más verde de la gráfica. Con respecto a las semillas de cáñamo, a valores altos de cáñamo la interacción fue intermedia ubicándose con un color amarillo y un valor de 0,95%. La interacción entre la inulina y cáñamo es la menos significativa comparada con la harina de quinua, que muestra mayor efecto. Por lo que, las galletas que contienen mayor harina de quinua tienen más cenizas.

Tanto la harina de quinua como las semillas de cáñamo son alimentos ricos en minerales como calcio, magnesio, fósforo, potasio y hierro. La harina de quinua, en particular, es conocida por su perfil nutricional y alta concentración de minerales esenciales. Al combinarla con el cáñamo, que también tiene un contenido mineral significativo, es probable que se haya aumentado el contenido total de minerales en las galletas (Habib & Schneider-Stock, 2014). Según Mamani et al (2017), el análisis físicoquímico de la harina de quinua resultó en 2,52% de cenizas totales.

Un porcentaje adecuado de cenizas, no mayor al 2%, señala que las galletas fueron realizadas con ingredientes de calidad (ricos en minerales), esto indica un mayor aporte nutricional y un menor contenido de aditivos y conservantes artificiales (Smith, 2022). Por otro lado, cuando se obtiene un alto porcentaje de cenizas puede sugerir la presencia de aditivos de baja calidad (Johnson, 2021).

La ecuación 9 representa el modelo matemático para el porcentaje de grasa de las galletas. El modelo obtuvo un R^2 de 0,60. Además, en la TABLA 6 se presentan los resultados del ANOVA para grasa y en la FIGURA 4 la representación gráfica del modelo matemático.

$$\% \text{ Grasa} = 22.32I + 19.77C + 22.59Q + 25.19C \cdot Q \quad (9)$$

Donde:

I = Inulina

C = Pasta de cáñamo

Q = Harina de quinua

Tabla 6. ANOVA para el modelo matemático de porcentaje de grasa.

Fuente	SS	df	MS	F	P
Modelo	73.15	3	24.38	3.305862	0.078292
Error total	59.01	8	7.376		
Falta de ajuste	51.96	6	8.66	2.455605	0.317412
Error puro	7.05	2	3.53		
Total Ajustado	132.16	11	12.01		

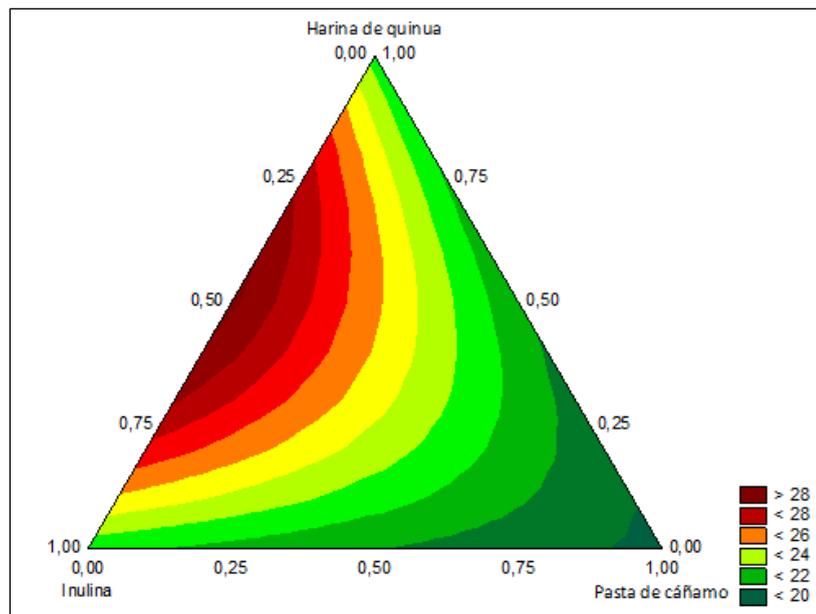


Figura 4. Gráfico de contorno de porcentaje de grasa.

El cáñamo es la variable más significativa en cuanto a grasa, ya que se observa que mientras más cantidad de cáñamo existe, menos grasa tiene la galleta. El cáñamo es conocido por ser una fuente de grasas saludables, incluyendo ácidos grasos esenciales como el omega-3 y el omega-6 en proporciones adecuadas. Estos ácidos grasos insaturados pueden tener efectos beneficiosos para la salud en comparación con las grasas saturadas encontradas en la grasa control. Por lo que la presencia de grasas saludables en el cáñamo podría contribuir a reducir el contenido total de grasa en las galletas (Medina et al., 2021). En la FIGURA 4 también se observa que a cantidades altas de inulina la grasa se encuentra en un rango menor al 24%, lo mismo que ocurre con cantidades altas de quinua.

La interacción entre la inulina y cáñamo es la menos significativa a comparación de la interacción harina de quinua- pasta de cáñamo. El estudio muestra que esta interacción puede tener un efecto más pronunciado en la reducción de grasa en las galletas. La harina de quinua, al ser un alimento nutritivo y naturalmente bajo en grasas,

junto con la pasta de cáñamo, rica en grasas saludables, puede ser una combinación eficaz para lograr galletas con un contenido total de grasa reducido.

Optimización

Para proceder con la optimización se evaluaron únicamente los parámetros significativos, a los cuales se asignó un peso de importancia y un objetivo. En la TABLA 7 se muestran los parámetros, objetivos y deseabilidad. Se decidió escoger 2 puntos óptimos. El primer punto que se consideró toma en cuenta la grasa debido a que se observó una disminución considerable con las combinaciones planteadas. Por otro lado, el otro punto seleccionado fue en el cual la proteína y las cenizas se maximizan. Adicionalmente, se elaboró un control que únicamente consistía en harina de arroz, mantequilla y azúcar.

Tabla 7. Optimización de las formulaciones de galletas sin gluten con adición de inulina y semillas de cáñamo.

Proteína			Grasa		
Parámetro	Objetivo	Importancia	Parámetro	Objetivo	Importancia
Inulina (A)	En rango	3	Inulina (A)	En rango	3
Cáñamo (B)	En rango	3	Cáñamo (B)	Maximizar	5
Harina de quinua (C)	En rango	3	Harina de quinua (C)	En rango	3
Proteína	Maximizar	5	Proteína	Maximizar	5
Cenizas	Maximizar	5	Cenizas	Maximizar	5
			Grasas	Minimizar	3
Deseabilidad total	0,743		Deseabilidad total	0,761	

En el caso de la primera formulación optimizada (FO1) salió la siguiente combinación: 0% inulina, 12.10% de pasta de cáñamo y 75,80% de harina de quinua. Dando como resultado 12,76% de proteína.

Por otro lado, para la formulación optimizada con el objetivo de minimizar la grasa (FO2), se obtuvo un porcentaje similar de proteína con un valor de 12,37%. Sin embargo, la combinación de ingredientes varió de la siguiente manera: 6,06% inulina, 43,95% pasta de cáñamo y 0% de quinua. Se observa que el porcentaje de pasta de cáñamo es bastante alto y existe una diferencia significativa en cuanto a la grasa dando como resultado un porcentaje de 16,28% comparada con la formulación control de 21,96%.

Análisis proximal

La TABLA 8 presenta los resultados del análisis proximal realizado a las galletas obtenidas de la optimización y la formulación control.

Tabla 8. Composición proximal de la muestra control y las muestras optimizadas de galletas libres de gluten con adición de inulina y semillas de cáñamo.

Trat.	% Grasa	% Carbohidratos	% Proteína	% Cenizas	% Humedad
Control	21,96±0,91 ^a	62,31±0,81 ^a	9,85±0,03 ^b	0,83±0,03 ^b	5,06±0,04 ^b
FO1	21,73±0,08 ^a	59,63±0,26 ^b	12,76±0,02 ^a	1,33±0,01 ^a	4,56±0,17 ^c
FO2	16,28±0,03 ^b	63,83±0,69 ^a	12,38±0,57 ^a	0,77±0,06 ^b	6,75±0,08 ^a

**Medias ± desviación estándar. **Medias seguidas de por lo menos una misma letra no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.*

Se analizó el contenido de proteínas de las tres formulaciones de las galletas seleccionadas (TABLA 8), obteniendo que, de las tres muestras, la formulación optimizada (FO1) presenta un mayor porcentaje de proteínas con un 12,76%. Como se

indica existe una diferencia significativa lo que quiere decir que la quinua participa en la maximización de la proteína ya que esta formulación contenía un 75,80% de harina de quinua. La formulación optimizada (FO2) tiene un valor de 12,38% que es estadísticamente igual a la muestra FO1. El control que únicamente contenía harina de arroz obtuvo un 9,85% de proteína y es el que menor peso tiene en la diferencia estadística de medias. Estos resultados indican que las galletas cumplen con los estándares de proteína establecidos por la norma INEN NTE 2085 Galletas. Estos valores pueden ser atribuidos a la presencia de ingredientes como huevo, quinua y semillas de cáñamo.

En relación con el contenido de grasa, existe una diferencia significativa entre el control, FO1 y FO2. En la TABLA 8 se observa que existe una disminución significativa de grasa de más o menos 5 puntos. Se redujo de 21,96% y 21,73% a 16,28%. Es decir, la adición de semillas de cáñamo como reemplazo de grasa cumplió su función. La grasa desempeña un papel importante en la elaboración de galletas (Choi, 2019). Por esta razón, al reemplazar grasa es necesario agregar líquido al proceso para evitar complicaciones, como en el caso de la pasta de cáñamo, que proporciona ligereza y elasticidad a la masa (Choi, 2019).

En relación con el contenido de humedad hay una diferencia significativa entre las tres muestras. La FO2 contiene mayor cantidad de humedad con un valor de 6,75%, le sigue la muestra control con un porcentaje de 5,06 y por último y con el menor porcentaje de humedad está la muestra FO1 con 4,56%. Las tres formulaciones se encuentran por debajo del 10%, lo cual cumple con los requisitos de la norma INEN NTE 2085. Esto implica que las galletas tendrán una vida útil prolongada debido a su bajo porcentaje de humedad.

De acuerdo con Manzano et al (2021), los productos gluten free tienden a presentar un contenido elevado calórico debido a que se componen principalmente por

carbohidratos por los azúcares simples y almidones. En un estudio similar donde se elaboraron galletas con harina de maíz morado se obtuvo un contenido de carbohidratos de 75,60% (Córdova et al., 2022). En este caso, no existe diferencia significativa entre la muestra control la muestra FO2 con porcentajes de 62,31% y 63,83% respectivamente. La muestra FO1 fue la muestra con menor cantidad de carbohidratos. Las semillas de cáñamo representan un 30% de los carbohidratos mientras que la quinua en su composición posee un 16% (Rupasingue et al., 2020). Una de las razones por las cuales la muestras FO2 tuvo un valor más alto puede ser por la adición de inulina ya que esta aumenta el contenido de fibra y por ende el contenido total de carbohidratos (Islas et al., 2012).

Con respecto a la cantidad de cenizas totales, existe una diferencia significativa entre la muestra FO1 y las muestras control y FO2. La muestra FO1 presenta un valor de 1,33% mientras que la control y la FO2 0,83% y 0,77% respectivamente. Como se mencionó anteriormente en este trabajo, la quinua es el ingrediente responsable de la cantidad elevada de cenizas lo que concuerda con la muestra FO1 que tiene 75,80% de reemplazo de harina de quinua contra 0% de la muestra control y FO2.

Con estos, resultados se procedió a realizar las etiquetas nutricionales para las diferentes formulaciones de galletas sin gluten con adición de inulina y semillas de cáñamo. La FIGURA 5 presenta la información nutricional de la muestra control. La FIGURA 6 presenta la información nutricional de la formulación optimizada 1 la cual busca maximizar la proteína. Por último, la FIGURA 7 presenta la información nutricional de la formulación optimizada 2 la cual incluye a la grasa.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño por porción	1 unidad	30 g
Tamaño por envase	4	
Cantidad por porción		
Energía (calorías)	615 kJ (147 kcal)	
Energía (calorías de la grasa)	264 kJ (63 kcal)	
%VDR		
Grasa Total	7 g	11%
Sodio	4 mg	0,2%
Carbohidratos Totales	18 g	6%
Azúcares	10 g	
Fibra dietética	2 g	8%
Proteínas	3 g	6%
Porcentajes de valores diarios basados en una dieta de 8380 KJ (2000 kcal)		

Figura 5. Información nutricional de la formulación control de galletas.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño por porción	1 unidad	30 g
Tamaño por envase	4	
Cantidad por porción		
Energía (calorías)		632 kJ (151 kcal)
Energía (calorías de la grasa)		264 kJ (63 kcal)
		% VDR
Grasa Total	7 g	11%
Sodio	4 mg	0,2%
Carbohidratos Totales	18 g	6%
Azúcares	10 g	
Fibra dietética	1 g	4%
Proteínas	4 g	8%
Porcentajes de valores diarios basados en una dieta de 8380 KJ (2000 kcal)		

Figura 6. Tabla nutricional formulación optimizada para maximizar la proteína de las galletas

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño por porción	1 unidad	30 g
Tamaño por envase	4	
Cantidad por porción		
Energía (calorías)	574 kJ (137 kcal)	
Energía (calorías de la grasa)	188 kJ (45 kcal)	
%VDR		
Grasa Total	5 g	8%
Sodio	4 mg	0,2%
Carbohidratos Totales	19 g	6%
Azúcares	9 g	
Fibra dietética	3 g	12%
Proteínas	4 g	8%
Porcentajes de valores diarios basados en una dieta de 8380 KJ (2000 kcal)		

Figura 7. Tabla nutricional formulación optimizada para minimizar la grasa de las galletas

Una vez obtenidas las etiquetas nutricionales, se procede a realizar el semáforo para las formulaciones optimizadas y el control, lo cual es un requisito establecido por la normativa ecuatoriana para el etiquetado de alimentos (Vance, 2013). A continuación, se presenta la FIGURA 8 que representa el semáforo nutricional de las FIGURAS 5 y 6. También la FIGURA 9 que representa el semáforo nutricional de la FIGURA 7.



Figura 8. Semáforo de las formulaciones control y FO1 de galletas libres de gluten.



Figura 9. Semáforo de la formulación FO2 de galletas libres de gluten.

Evaluación sensorial

De acuerdo con la TABLA 9 los atributos de color, dureza y de percepción global no presentaron diferencias significativas entre las muestras. Lo cual indica que los factores de reemplazo de inulina, pasta de cáñamo y harina de quinua no tuvieron influencia en estas cualidades de las galletas.

Tabla 9. Nivel de agrado de color, dureza y percepción global de la galleta.

Atributo	Muestra 874	Muestra 251	Muestra 369
Color	5,70 ± 1,08	5,57 ± 1,23	5,46 ± 1,10
Dureza	5,25 ± 1,30	5,45 ± 1,27	4,99 ± 1,38
Global	5,67 ± 0,95	5,43 ± 1,24	5,32 ± 1,04
Sabor	5,65 ± 0,89 ^A	5,04 ± 1,49 ^B	5,21 ± 1,20 ^{AB}

**Valores medios ± desviación estándar (n=68). Muestra 874 = Formulación control.*

*Muestra 251 = FO1. Muestra 369 = FO2. ** Medias seguidas de por lo menos una misma letra no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.*

El atributo de sabor fue el único atributo que resultó significativo estadísticamente entre muestras por lo que se hizo una diferencia entre las medias. Con una probabilidad del 5% mediante Tukey se determinó que la muestra 874 y la muestra 369 no son estadísticamente diferentes. Además, no se encontró diferencia significativa entre la muestra 251 y la muestra 369.

Tomando en cuenta las medias de todos los atributos analizados, especialmente la de apreciación global, se encuentran entre las anclas de “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho” lo que indica que la galleta tuvo un nivel de agrado alto entre los consumidores.

CONCLUSIONES

El reemplazo parcial de mantequilla por semillas de cáñamo en las galletas sin gluten tuvo un efecto significativo ya que redujo en un 5,68% de grasa en comparación con la formulación control. La harina de quinua tuvo un efecto significativo en cuanto a la maximización de la cantidad de proteínas ya que aumentó en un 2,91% comparada con la formulación control. De la misma manera la cantidad de cenizas aumentó en un 0,5% en las formulaciones optimizadas comparadas con la formulación control. El factor de la inulina casi no tuvo un efecto significativo en las variables de respuesta. Es importante mencionar que a pesar de que el R² del modelo matemático de grasa fue 0,6 se lo tomó en cuenta para estudiar la influencia de las semillas de cáñamo. La galleta obtuvo dos formulaciones óptimas las cuales tuvieron un nivel de aceptación global bueno ubicándose en la escala hedónica en la escala de “me gusta moderadamente”. Finalmente se concluye que fue posible elaborar una galleta sin gluten con grasa reducida y alto contenido de proteína, además de presentar una buena aceptación por parte del consumidor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguacallo, M. (2023). “ELABORACIÓN DE GALLETAS CON HARINA DE CHOCHO Y QUINUA, ENDULZADAS CON MIEL DE ABEJA.” <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18794>
- Aguilar, O. L., Vega, E. S., Lugo, I. B., & Rebolledo, H. (2008). “Pinole” de alto valor nutricional obtenido a partir de cereales y leguminosas. *Ra Ximhai*, 4(2), 283-294.
- Alonso-Esteban, J. I., González-Fernández, M. J., Fabrikov, D., de Cortes Sánchez-Mata, M., Torija-Isasa, E., & Guil-Guerrero, J. L. (2023). Fatty acids and minor functional compounds of hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds and other Cannabaceae species. *Journal of Food Composition and Analysis*, 115, 104962.
- Ameur, L. A., Mathieu, O., Lalanne, V., Trystram, G., & Birlouez-Aragon, I. (2007). Comparison of the effects of sucrose and hexose on furfural formation and browning in cookies baked at different temperatures. *Food Chemistry*, 101, 1407–1416. controls, after six months of a gluten-free diet. Efectos de una dieta libre de gluten (DLG) durante 6 meses sobre el metabolismo en pacientes con enfermedad celíaca, sensibilidad al gluten no celíaca y controles asintomáticos. *Revista de gastroenterología de México (English)*, 85(2), 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2019.02.002>
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC: AOAC International.
- Babiker, E. E., Uslu, N., Al Juhaimi, F., Mohamed Ahmed, I. A., Ghafoor, K., Özcan, M. (2019). The effect of hemp seed oil on the quality of cookies. *Journal of Food Composition and Analysis*, 81, 101577. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.101577>
- Berghofer, E., Pollman, K., Traby, M., & Frenkenberger, C. (2012, May 15). Method for Producing Hemp Milk. *US Patent 8,112,112 B2*.
- Bhargava, A. & Srivastava, S. (2013). *Quinoa: Botany, Production and Uses*. Publisher: CABI (Oxfordshire, UK) ISBN: 9781780642260. DOI: 10.1079/9781780642260.0000
- Burton, R. A., Andres, M., Cole, M., Cowley, J. M., & Augustin, M. A. (2022). Industrial hemp seed: from the field to value-added food ingredients. *Journal of Cannabis Research*, 4(1), 1-13.
- Calle, I. D. L., Ros, G., Peñalver, R., & Nieto, G. (2020). Enfermedad celíaca: causas, patología y valoración nutricional de la dieta sin gluten. Revisión. *Nutrición hospitalaria*, 37(5), 1043-1051.
- Centeno Parra, E. X., Pilaguano Mendoza, J. G., Chafra Granda, J. L., & Duran Delgado, J. E. (2022). Análisis del consumo de la quinua y sus derivados en el cantón Riobamba. *Conciencia Digital*, 5(1), 118-129. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i1.2062>
- Chemists, Helrich, K. (Ed.). 15th edn., vol 2. Virginia: A.O.A.C., Inc. Publishers, Drakos, A., Tsakiroglou, E., Evageliou, V., & Mandala, I. (2021). The Effect of Inulin on the Physical and Textural Properties of Biscuits Containing Jet Milled Barley Flour. *Polysaccharides*, 2(1), 39–46. <https://doi.org/10.3390/polysaccharides2010003>.

- Choi, E. Y., Kang, H. J., Lee, S. Y., Hong, J. S., & Kim, S. H. (2019). Effects of Different Types and Contents of Fats on the Sensory and Textural Properties of Shortbread Cookies. *Foods*, 8(10), 480.
- Cruz-Patiño, E., & Uscanga-Domínquez, L. F. (2020). Metabolic effects in patients with celiac disease, patients with nonceliac gluten sensitivity, and asymptomatic Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 71(5), 1017–1023.
- Del Salto Pazmiño, J. P. (2019). El chocho: patrimonio alimentario ecuatoriano y la universalidad de su uso (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Carrera de Turismo y Hotelería).
- Derven, C. (2018). Hemp: An Ancient Crop Returns to the Modern World. *Food Technology*, 72(6), 35-39. doi: 10.1094/ft-2018-0019
- Ethniessence. (2022). Ethnisnack.com. <https://ethnisnack.com/productos/> Nielsen S. (Ed);(1998). *Food Analysis Second Edition*; An Aspen Publication, Gaithersburg, Maryland, USA.
- FAO. (2013). Valor nutricional de la quinua. https://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/?no_mobile=1#:~:text=La%20cantidad%20de%20prote%C3%ADnas%20en,de%20su%20parte%20comestible%203.
- FAO. (2014). Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua. <https://www.fao.org/3/i3583s/i3583s.pdf>
- Fernandez, P. (2020). Reacción de maillard en cereales infantiles. *Investigacion.usc.es*. <https://investigacion.usc.es/documentos/5d1df67629995204f766caa1>. *Food Research International*, 106, 487–494. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.021>
- Gökmen, V. (2019). *Food texture analysis: From fundamentals to recent advances*. CRC Press. Smith, J., & Johnson, A. (2022). Color measurement in food products: An overview. *Journal of Food Science*, 45(3), 123-135. <https://doi.org/10.1111/jfs.12345>
- Green PHR, Stavropoulos, S. N., Panagi, S. G., Goldstein, S. L., McMahon, D. J., Absan, H., & Neugut, A. I. (2001). Characteristics of adult celiac disease in the USA: results of anational survey. *The American journal of gastroenterology*, 96(1), 126131. [https://doi.org/10.1016/S0002-9270\(00\)02255-3](https://doi.org/10.1016/S0002-9270(00)02255-3)
- Kweon, M., & Slade, L. (2010). Functional properties of gluten-free doughs and their raw materials. *Journal of Food Science*, 75(8), R139-R143.
- Krystyjan, M., Gumul, D., Ziobro, R., & Sikora, M. (2015). The effect of inulin as a fat replacement on dough and biscuit properties. *Journal of Food Quality*, 38, 305–315
- Li, L., Lietz, G., Bal, W., Watson, A., Morfey, B., & Seal, C. (2018). Effects of Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Consumption on Markers of CVD Risk. *Nutrients*, 10(6), 777. <https://doi.org/10.3390/nu10060777>

- Liguori, M. (2018). Hemp: A Versatile Plant with Many Uses. *Today's Dietitian*, 20(11),34-37.
- Lindfors, K., Ciacci, C., Kurppa, K. et al. Coeliac disease. *Nat Rev Dis Primers* 5, 3 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41572-018-0054-z>
- Lu, S., Li, J., Ji, J., Wen, Y., Li, H., Wang, J., & Sun, B. (2023). Endogenous protein and lipid facilitate the digestion process of starch in cooked quinoa flours. *Food Hydrocolloids*,134, 108099.
- Maldonado, M. E., Vásquez-Vásquez, C. J., & Jiménez-López, J. C. (2020). Análisis nutricional y caracterización fisicoquímica del chocho (*Lupinus mutabilis*). *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 24(1), 137-147. doi: 10.15381/rivep.v24i1.17545
- Mamani Mayta, D. D., Gutiérrez Durán, M. D. P., Serrudo Juárez, J. A., & Gonzales Dávalos, E. (2017). Parámetros de calidad de harinas de *Amaranthus caudatus* Linnaeus (amaranto), *Chenopodium quinoa* Willd (quinua), *Chenopodium pallidicaule* Aellen (kañahua), *Lupinus mutabilis* Sweet (tarwi). *Revista ciencia*, 5(1), 27-38.
- Manzano et al. (2021). Evaluación nutricional y de color de galletas libres de gluten elaboradas con maíz morado y frijol de Caxtilán de la Huasteca Hidalguense. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume6/6/1/3.pdf>
- Medina, G., Adrián, R., Flores, A., & Solange, A. (n.d.). Trabajo de Titulación previo a la Obtención de Título. Retrieved May 16, 2023, from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/57523/1/BINGQ-GS-21P70.pdf>.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). Promueven cultivo de chocho en 95 hectáreas para 2022, en Pichincha. <https://www.agricultura.gob.ec/promueven-cultivo-de-chocho-en-95-hectareas-para-2022-en-pichincha/>
- Ministerio de Salud Pública. (2018). Guía de Alimentación y Nutrición para el Adulto Mayor.
- Mordor Intelligence. (2019). Mercado de semillas de quinua - Crecimiento, Tendencias y Pronóstico (2020 - 2025). Obtenido de <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/quinoa-seeds-market>
- Moya-Salazar, J., Villacrés-Yépez, K., & Fiallos-Cabrera, E. (2018). Potencial nutricional y tecnológico del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la alimentación humana.
- Nieto, G. (2021). El cannabis al rescate del medio ambiente. <https://www.forbes.com.mx/red-forbes-el-cannabis-al-rescate-del-medio-ambiente/>
- Nieto, G. (2022). La industria mundial del cannabis en alimentos y bebidas espera alcanzar los 3.4 mil mdd para 2030. *Forbes Mexico*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/la-industria-mundial-del-cannabis-en-alimentos-y-bebidas-espera-alcanzar-los-3-4-mil-mdd-para-2030/>

- Peralta, E. (2016). El chocho en Ecuador "Estado del Arte". INIAP. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3938/1/iniapscdpCD99.pdf>
Quito, Ecuador: Subsecretaría de Promoción de la Salud.
- Prodicereal. (2021). Harina de Quinoa. Prodicereal.com.ec. <https://www.prodicereal.com.ec/harinas/harina-de-quinua.html>
- Prosky, L., Asp, N. G., Schweizer, T. F., DeVries, J. W., & Furda, I. (1988). M. M., & Almusallam, I. A. (2021). Effect of roasting on antioxidative properties, polyphenol profile and fatty acids composition of hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. *LWT*, 139, 110537. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110537>
- Quintanar, R. L. V., Guevara, E. A. E., Félix, E. C. G., Sesma, Z. M., Ramírez, M. E. H., & Sández, O. R. Componentes funcionales en la fórmula de galletas.
- Ranilla, L. G., Kwon, Y. I., & Genovese, M. I. (2018). Quinoa: An emerging crop with potential for CELSS. *Advances in Space Research*, 61(1), 239-250. doi: 10.1016/j.asr.2017.08.031
- Remes-Troche, J. M., Cobos-Quevedo, O. J., Rivera-Gutiérrez, X., Hernández, G., de la Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo, 50(2), 299-315. doi: 10.31055/1853.4741.v50.n2.19353
roleofwaterinwheatflourdoughs. *International Journal of Food Science and*
- Rupasinghe, H., Davis, A., Kumar, S., Murray, B., & Zheljzkov, V. (2020). Industrial Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) as an Emerging Source for Value-Added Functional Food Ingredients and Nutraceuticals. *Molecules*, 25(18), 4078. doi: 10.3390/molecules25184078
- Salinas, N., & Romero, L. (2011). Perfil de los ácidos grasos presentes en galletas y mezclas para tortas en Venezuela. *Anales Venezolanos De Nutrición*, 24(2), 78-85. Retrieved from http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522011000200006 *Technology*, 5, 65-76.
- Santillán, E. (2018). Sobre el desarrollo de mezclas de alimentos andinos aminoácidicamente completas de bajo costo para la alimentación infantil. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2018/can182j.pdf>
- Slađana, D., & Vural, G. (2021). Investigations on the formation of Maillard reaction products in sweet cookies made of different cereals. 144, 110352-110352. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110352>
- Smith, J. R., & Johnson, A. B. (2018). Water activity as a critical factor in food quality and safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, 9, 21-38.
- Stone, H. (2012). *Sensory Evaluation Practices*. Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/sensory-evaluation-practices/stone/978-0-12-672690-9>
- Vaca, F. (2022). Evaluación del perfil de ácidos grasos en hamburguesas de carne de cordero enriquecida con semillas de cáñamo (*Cannabis sativa*). Obtenido de: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VACA%20CANTO%20FERNANDA%20CONSUELO.pdf>
- Van Loon, J. (2021). Proteína de origen vegetal versus animal para apoyar el acondicionamiento muscular. <https://www.gssiweb.org/latam/sports-science->

exchange/Art%C3%ADculo/sse-220-prote%C3%ADna-de-origen-vegetal-versus-animal-para-apoyar-el-acondicionamiento-muscular#:~:text=Muchas%20prote%C3%ADnas%20de%20origen%20vegetal,amino%C3%A1cidos%20de%20sus%20prote%C3%ADnas%20derivadas.

- Villarroel, M., Huiriqueo, C., Hazbun, J., & Carrillo, D. (2009). Desarrollo de una formulación optimizada de galletas para celíacos utilizando harina desgrasada de avellana chilena (*Gevuina avellana*, Mol) y harina de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59(2), 184-190.
- Viteri-Salazar, O., Lema-Terán, C., & Páez-Salvatierra, R. (2018). Producción de quinua (*Chenopodium quinua* Willd.) en Ecuador: una revisión. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Cuyo*, 50(2), 283-303. doi: 10.31055/1853.4741.v50.n2.19351
- Wang, Q., & Xiong, Y. L. (2019). Processing, Nutrition, and Functionality of Hempseed Protein: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. doi:10.1111/1541-4337.12450
- Wang, Q., Jiang, J., & Xiong, Y. L. (2018). High pressure homogenization combined with pH shift treatment: A process to produce physically and oxidatively stable hemp milk.
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elias, L. G. (2020). Basic sensory methods for food evaluation. *Dspacedirect.org*. <https://doi.org/0-88936-563-6>

ANEXOS

Anexo A. Tabla ANOVA y R^2 de densidad de la masa

	ANOVA DENSIDAD DE LA MASA				
	SS	GL	MS	F	p
Modelo	0.19281	6	0.003214	1.73037	0.281944
Error total	0.009286	5	0.001857		
Falta de ajuste	0.006019	3	0.002006	1.228356	0.478127
Error Puro	0.003267	2	0.001633		
Total Ajustado	0.028567	11	0.002597		

Anexo B. Tabla ANOVA y R^2 de coeficiente de esparcimiento

	ANOVA COEFICIENTE DE ESPARCIMIENTO				
	SS	GL	MS	F	p
Modelo	1.476939	6	0.246157	1.34783	0.380339
Error Total	0.913161	5	0.182632		
Falta de ajuste	0.881494	3	0.293831	18.55777	0.051564
Error Puro	0.031667	2	0.015833		
Total Ajustado	2.3901	11	0.217282		

Anexo C. Tabla ANOVA y R^2 de actividad de agua

	ANOVA ACTIVIDAD DE AGUA				
	SS	GL	MS	F	p
Modelo	0.0065	6	0.001083	0.505584	0.784747
Error Total	0.010714	5	0.002143		
Falta de ajuste	0.010034	3	0.003345	9.827259	0.093763
Error puro	0.000681	2	0.00034		
Total ajustado	0.017215	11	0.001565		

Anexo D. Tabla ANOVA R^2 y de color L

	ANOVA COLOR L				
	SS	GL	MS	F	p
Modelo	11.37381	6	1.895635	0.43832	0.827895
Error total	21.62389	5	4.324778		
Falta de ajuste	4.61902	3	1.539675	0.181086	0.901276
Error puro	17.00487	2	8.502432		
Total Ajustado	32.997	11	2.999791		

Anexo E. Tabla ANOVA y R^2 de color A

ANOVA COLOR A					
	SS	GL	MS	F	p
Modelo	1.997711	6	0.332952	0.990777	0.514689
Error total	1.680256	5	0.336051		
Falta de ajuste	0.550389	3	0.183463	0.324752	0.812526
Error puro	1.129867	2	0.564933		
Total Ajustado	3.677967	11	0.334361		

Anexo F. Tabla ANOVA y R^2 de color B

	ANOVA COLOR B				
	SS	GL	MS	F	p
Modelo	5.57954	6	0.929923	0.929379	0.543121
Error total	5.00293	5	1.000585		
Falta de ajuste	3.73366	3	1.244553	1.961059	0.355288
Error puro	1.26927	2	0.634633		
Total Ajustado	10.58247	11	0.962042		

Anexo G. Tabla ANOVA y R^2 de color C

	ANOVA COLOR C				
	SS	GL	MS	F	p
Modelo	5.57954	6	0.929923	0.929379	0.543121
Error total	5.00293	5	1.000585		
Falta de ajuste	3.73366	3	1.244553	1.961059	0.355288
Error puro	1.26927	2	0.634633		
Total Ajustado	10.58247	11	0.962042		

Anexo H. Tabla ANOVA y R^2 de color H

	ANOVA COLOR H				
	SS	GL	MS	F	p
Modelo	11.83656	6	1.97276	0.6001	0.724993
Error total	16.43693	5	3.287387		
Falta de ajuste	8.89853	3	2.966178	0.786952	0.601667
Error puro	7.5384	2	3.7692		
Total Ajustado	28.27349	11	2.570317		

Anexo I. Cuestionario para panelista en evaluación sensorial

Nombre: _____

Edad: _____

Fecha: 05.05.2023

Sexo: M / F

Frente a usted se presentan 3 muestras de galletas gluten-free con reemplazo parcial de azúcar y grasa. Por favor, pruebe las muestras de izquierda a derecha y evalúe cada uno de los atributos indicados y su percepción global. Entre las evaluaciones de las muestras tome un poco de agua y espere 30 segundos antes de probar la siguiente muestra. Escriba el número de la escala establecida de acuerdo con su criterio en el casillero correspondiente al código de cada muestra según el atributo evaluado. En caso de tener algún comentario, se dispone en la parte inferior un espacio para esta información.

7	Me gusta extremadamente
6	Me gusta mucho
5	Me gusta moderadamente
4	No me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

Sabor		
874	251	369

Olor		
874	251	369

Color		
874	251	369

Dureza		
874	251	369

Global		
874	251	369

Comentarios:

Anexo J. Consentimiento informado para panelistas en evaluación sensorial

Yo, _____, con número de cedula de identidad _____ declaro que he sido informado e invitado a participar en una evaluación sensorial denominada “Escala Hedónica”. Entiendo que este es un estudio que busca conocer el nivel de agrado de tres tipos de galletas sin gluten y sé que mi participación consistirá en responder una encuesta que demora alrededor de 10 minutos. Estoy en pleno conocimiento de que las muestras contienen azúcar, mantequilla, semillas de cáñamo e inulina, a los cuales podría ser alérgico, intolerante o tener algún tipo de restricción personal o medica que prohíba ingerir estos alimentos. Además, soy consciente de qué es un producto con azúcar, por lo que podría ocasionar problemas en personas con diabetes.

Nota: El participante es libre de abandonar la prueba antes o durante el desarrollo de esta, sin consecuencia alguna.

Firma: _____

Fecha: _____

Anexo K. Tabla ANOVA de % de proteína

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F Value	P Value
Tratamiento	2	41.2710	20.6355	73.79	0.003
Error	3	0.8389	0.2796		
Total	5	42.1099			

Anexo L. Tabla ANOVA de % de grasa

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F Value	P Value
Tratamiento	2	41.2710	20.6355	73.79	0.003
Error	3	0.8389	0.2796		
Total	5	42.1099			

Anexo M. Tabla ANOVA de % de humedad

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F Value	P Value
Tratamiento	2	5.26813	2.63407	209.05	0.001
Error	3	0.03780	0.01260		
Total	5	5.30593			

Anexo N. Tabla ANOVA de % de carbohidratos

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F Value	P Value
Tratamiento	2	18.081	9.0404	22.48	0.016
Error	3	1.206	0.4021		
Total	5	19.287			

Anexo O. Tabla ANOVA de % de cenizas

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F Value	P Value
Tratamiento	2	0.382300	0.191150	113,55	0.001
Error	3	0.005050	0.001683		
Total	5	0.387350			

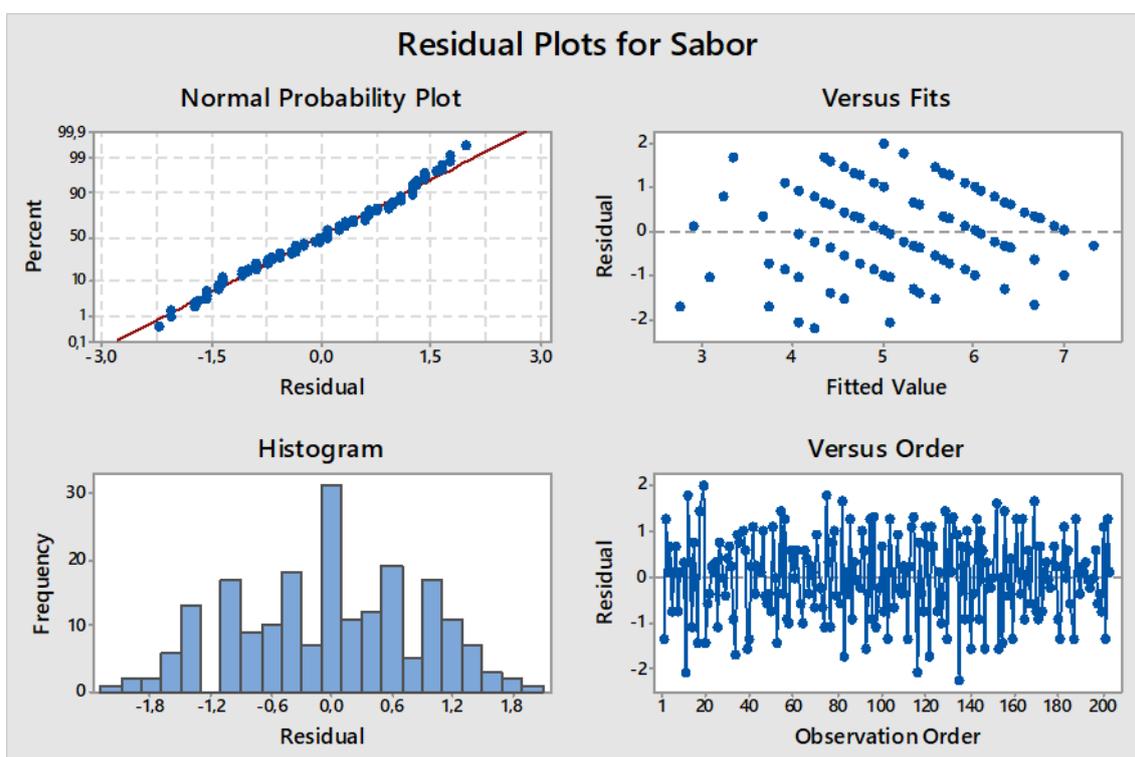
Anexo P. Análisis de varianza, normalidad y prueba de Tukey del atributo de sabor

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Muestra	2	13,25	6,623	5,34	0,006
Jueces	67	133,43	1,991	1,61	0,010
Error	134	166,09	1,239		
Total	203	312,76			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,11331	46,90%	19,55%	0,00%



Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Muestra	N	Mean	Grouping
874	68	5,647	A
369	68	5,206	A B
251	68	5,044	B

Means that do not share a letter are significantly different.

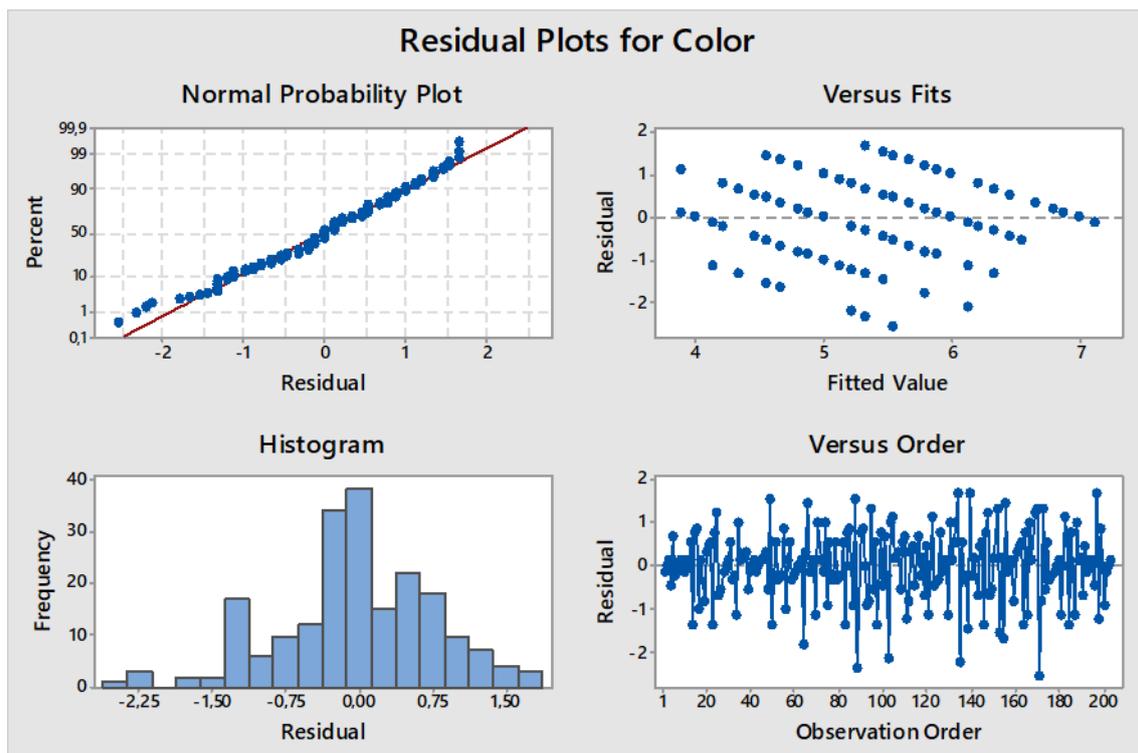
Anexo Q. Análisis de varianza y de normalidad para atributo de color

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Muestra	2	2,127	1,0637	1,09	0,340
Jueces	67	128,412	1,9166	1,96	0,001
Error	134	131,206	0,9791		
Total	203	261,745			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,989519	49,87%	24,06%	0,00%



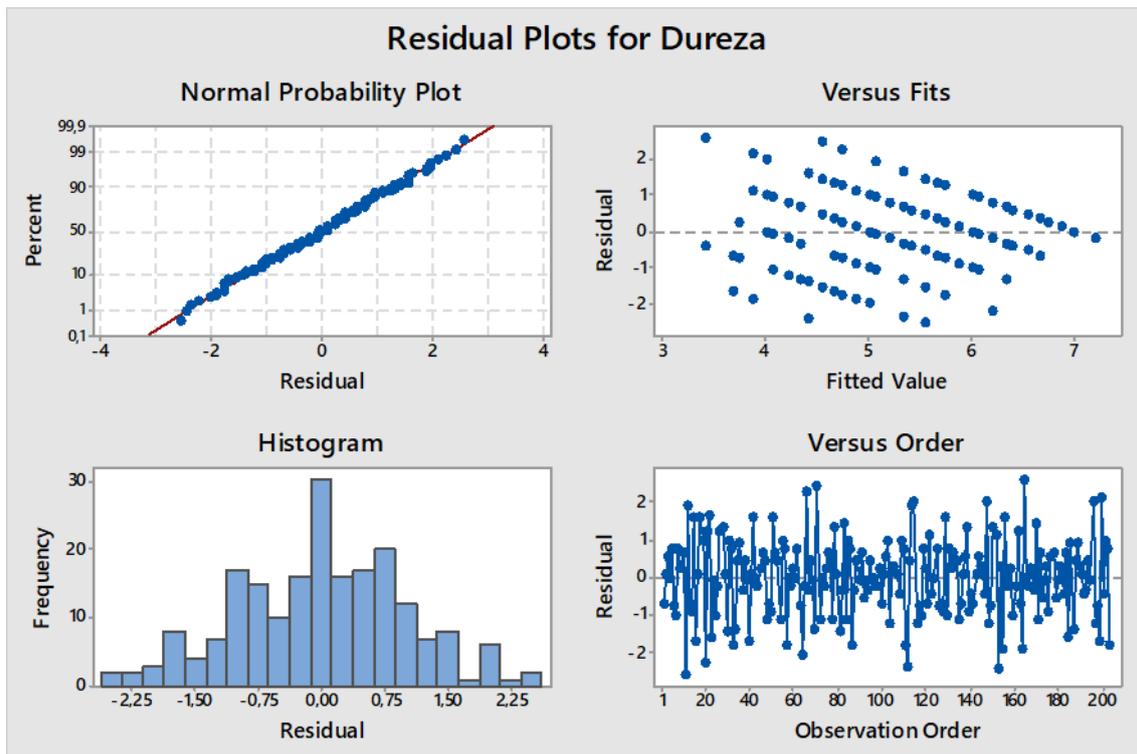
Anexo R. Análisis de varianza y normalidad para atributo de dureza

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Muestra	2	7,569	3,784	2,43	0,092
Jueces	67	139,505	2,082	1,33	0,080
Error	134	209,098	1,560		
Total	203	356,172			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,24917	41,29%	11,06%	0,00%



Anexo S. Análisis de varianza y normalidad para atributo global

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Muestra	2	4,480	2,2402	2,40	0,094
Jueces	67	111,544	1,6648	1,79	0,002
Error	134	124,853	0,9317		
Total	203	240,877			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,965266	48,17%	21,48%	0,00%

