



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

**DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO
AMBIENTE**



TESIS

**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CAL EN LAS PROPIEDADES
CROMÁTICAS DEL QUISPIÑO ANCESTRAL**

PRESENTADA POR:

CARMEN GISELA MINDANI CÁCERES

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTOR EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

PUNO, PERÚ

2024

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CAL EN
LAS PROPIEDADES CROMÁTICAS DEL
QUISPIÑO ANCESTRAL**

AUTOR

CARMEN GISELA MINDANI CÁCERES

RECuento de palabras

30387 Words

RECuento de caracteres

156367 Characters

RECuento de páginas

131 Pages

Tamaño del archivo

6.0MB

Fecha de entrega

Apr 14, 2024 7:44 PM GMT-5

Fecha del informe

Apr 14, 2024 7:46 PM GMT-5

● **6% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)


Dr. VLADIMIRO IBÁÑEZ QUISPE
DOCENTE PRINCIPAL - UNA - P
CIP. 47043



Resumen



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO
AMBIENTE

TESIS
INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CAL EN LAS PROPIEDADES
CROMÁTICAS DEL QUISPIÑO ANCESTRAL



PRESENTADA POR :
CARMEN GISELA MINDANI CÁCERES
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
DOCTOR EN CIENCIA TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE


.....
D.Sc. WALTER ALEJANDRO ZAMALLOA CUBA

PRIMER MIEMBRO


.....
Dr. JUAN MOISES SUCAPUCA ARAUJO

SEGUNDO MIEMBRO


.....
D.Sc. AMÉRICO ARIZACA AVALOS

ASESOR DE TESIS


.....
Dr. VLADIMIRO IBAÑEZ QUISPE

Puno, 02 de febrero del 2024

ÁREA: Ciencia de la Ingeniería.

TEMA: Influencia de la Adición de Cal en las Propiedades Cromáticas del Quispiño Ancestral.

LÍNEA: Alimentación y Nutrición.



DEDICATORIA

Agradezco a Dios por velar por mí y mis seres queridos. Expreso mi profundo agradecimiento a las personas que fueron mi razón de ser. A mis padres Carmen y Arnaldo, quienes supieron influir en mi identidad con su ejemplo de fortaleza y humanidad, alentándome constantemente en cada proyecto de vida, hasta que nos reunamos con el Rey. Quiero dar las gracias a mi hermana, Helen. A mis hijos: Oriana y Arnaldo, quienes son la razón de mi existencia. No hay palabras suficientes para expresar mi amor por ustedes. A mi compañero de vida, Fredy, agradezco tu constante apoyo en los agradables y peores momentos. Te amo con todo mi corazón. Gracias por permitirme descubrir dos mundos maravillosos a tu lado.

Carmen Mindani



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, al Programa Doctoral en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. A la Directora del CITE Agroindustrial Moquegua MSc. Daphne Castro Arata por el apoyo a la investigación. Al Dr. Vladimiro Ibáñez Quispe asesor de tesis y a los Jurados conformado por el D.Sc. Walter Alejandro Zamalloa Cuba, al Dr. Juan Moisés Sucapuca Araujo y al D.Sc. Américo Arizaca Avalos por participar mediante sus conocimientos, aportes, sugerencias en la presente investigación. Al Coordinador del Doctorado de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, a la plana docente, administrativos y amigos de la Universidad Nacional del Altiplano por cooperar con nosotros a través de las vivencias que atravesamos durante nuestro periodo educativo.

Carmen Mindani



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1	Marco Teórico	6
1.1.1	La taxonomía de la quinua	6
1.1.2	Información general	6
1.1.3	Beneficios del consumo de la quinua	7
1.1.4	Producción de quinua	10
1.1.5	Las Saponinas	11
1.1.6	Eliminación de las saponinas	12
1.1.7	Proceso Industrial – Aplicaciones actuales y posibilidades futuras de la quinua	12
1.1.8	El Quispiño	13
1.1.9	Preparación artesanal del quispiño	13
1.1.10	Harina de quinua tostada	14
1.1.11	La sal	14
1.1.12	La cal	15
1.1.13	Producción de cal	15
1.1.14	Anís (<i>Pimpinella anisum</i>)	15
1.1.15	Aceite vegetal	16
1.1.16	La enfermedad celiaca	16
1.1.17	Descripción de los principales procesos de la quinua	17
1.2	Antecedentes	20



1.2.1 Internacionales	20
1.2.2 Nacionales	24
1.2.3 Locales	25

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema	27
2.2 Enunciados del problema	28
2.3 Justificación	28
2.4 Objetivos	28
2.4.1 Objetivo general	28
2.4.2 Objetivos específicos	28
2.5 Hipótesis	29
2.5.1 Hipótesis general	29
2.5.2 Hipótesis específicas	29

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio	30
3.2 Población	30
3.3 Muestra	30
3.3.1 Ingredientes	31
3.4 Método de investigación	31
3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	31
3.5.1 Para el objetivo 1: “Determinar los parámetros L^* , a^* , b^* , cromaticidad C^* y tonalidad H^* para evaluar la influencia de la cal a nivel de la masa cruda y cocida del quispiño	32
3.5.2 Para el segundo objetivo: Realizar la comparación de la diferencia neta de color (AE) entre el L^* , a^* , y b^* de la masa cruda y cocida a diferentes porcentajes de cal con el fin de establecer un estándar conocido	45
3.5.3 Para el tercer objetivo: Llevar a cabo una prueba de aceptabilidad del quispiño evaluando el sabor, color, aspecto y olor	48

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados	49
4.1.1 Tamaño de partícula de la cal y contenido de calcio	49



4.1.2	Color de la sal	50
4.1.3	Color de los granos de anís (<i>Pimpinella anisum</i>)	51
4.1.4	Resultado de la fracción de saponina en la quinua perlada	51
4.1.5	Determinación del diámetro de las semillas de quinua	52
4.1.6	Identificación del color de la quinua Salcedo y cal	53
4.1.7	Para el objetivo 1: Determinar los parámetros L*, a*, b*, cromaticidad C* y tonalidad H* para evaluar la influencia de la cal a nivel de la masa cocida y cruda del quispiño	55
4.1.8	Para el segundo objetivo: Realizar la comparación de la diferencia neta del color (ΔE) entre el L*, a*, b* de la masa cruda y cocida a diferentes porcentajes de cal con el fin de establecer un estándar conocido	70
4.1.9	Para el tercer objetivo: Llevar a cabo una prueba de aceptabilidad del quispiño evaluando el sabor, color, aspecto y olor	72
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES	76
	BIBLIOGRAFÍA	77
	ANEXOS	90



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Contenido nutricional de las semillas de quinua (g %)	10
2. Comparación de la composición química entre cereales y granos andinos (g/100 g de materia seca)	11
3. Composición química de la harina de quinua tostada	14
4. Esquema experimental para elaborar quispiño empleando cinco niveles de cal	32
5. Fórmula de quispiño con un porcentaje de cal de 0.1 %	42
6. Fórmula de quispiño con un porcentaje de cal al 0.3 %	44
7. Fórmula de quispiño con un porcentaje de cal al 0.5 %	44
8. Fórmula de quispiño con un porcentaje de cal al 0.7 %	44
9. Fórmula de quispiño con un porcentaje de cal al 0.9 %	45
10. Estructura del ANOVA basado en el modelo estadístico lineal	47
11. Escala hedónica para la evaluación sensorial	48
12. Determinación del diámetro de la cal en polvo	49
13. Resultados del color de la quinua Salcedo, sal, cal y anís.	50
14. Evaluación de la dimensión de partícula de los granos de quinua Salcedo	53
15. ANOVA para L* en masas crudas y cocidas a cinco niveles de cal	56
16. Parámetros de coloración medidos sobre los quispiños crudo y cocido	69

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Formas de grano de quinua: 1) lenticular; 2) cilíndrica; 3) elipsoidal y; 4) cónica, respectivamente	7
2. Perspectiva inferior de la semilla (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) en un microscopio electrónico de barrido.	8
3. Corte longitudinal central del fruto de quinua con una distribución de minerales en la estructura de la semilla de quinua.	9
4. Estructura de las saponinas Tipo A y B de quinua	12
5. Aplicaciones de la quinua	13
6. Acciones de los tamices: a) girar horizontalmente, b) girar verticalmente, c) girar en un extremo y agitar en otro, d) agitar, e) vibración mecánica, f) vibración eléctrica.	18
7. Localización Geográfica de la Provincia de Ilo y del CITE Moquegua	30
8. Secuencia de procesos para la producción de quinua perlada	34
9. Máquina de perlado de quinua	36
10. Secuencia de procesos para la producción de harina de quinua tostada	39
11. Proceso de elaboración del quispiño a cinco niveles de cal	43
12. Comportamiento de la masa de quispiño frente al color L^* (donde $L^* = 0$ representa el negro y $L^* = 100$ representa el blanco). (Masa cocida de 41.1 y masa cruda de 69.79).	56
13. Comportamiento de los porcentajes de cal frente al color L^* (donde $L^* = 0$ representa el negro y $L^* = 100$ representa el blanco).	57
14. Regresión lineal del color L^* entre las masas del quispiño y cinco porcentajes de cal (donde $L^* = 0$ representa el negro y $L^* = 100$ representa el blanco)	58
15. Comportamiento de la masas cocida y cruda vs los valores del color a^* (donde $-a^*$ indica verde y $+a^*$ indica rojo)	59
16. Comportamiento de los porcentajes de cal versus el color a^* (donde $-a^*$ indica verde y $+a^*$ indica rojo).	60
17. Regresión lineal del color a^* en las masas del quispiño a diferentes porcentajes de cal (donde $-a^*$ indica verde y $+a^*$ indica rojo)	60
18. Comportamiento de la masa de quispiño vs valores del color b^* (donde $-b^*$ azul y $+b^*$ indica amarillo)	62



19.	Regresión lineal del color b^* en las masas del quispiño a diferentes porcentajes de cal (donde $-b^*$ indica azul y $+a^*$ indica amarillo)	63
20.	Comportamiento de la masas de quispiño vs valores del color C^*	64
21.	Comportamiento de los porcentajes de cal vs el color C^*	65
22.	Regresión lineal del color C^* en las masas del quispiño a diferentes porcentajes de cal	65
23.	Diferencia neta de color (ΔE) entre los tratamientos de quispiño. En la figura, se indican diferencias significativas entre los valores mediante letras distintas ($p < 0,05$). Los resultados se presentan como la media obtenida a partir de tres repeticiones ($n=3$).	67
24.	Quispiño a tres porcentajes de cal	67



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Matriz de consistencia	89
2. Informe de ensayo N° 1-06882/22 análisis de calcio en cal en polvo	90
3. Resultados de la variación neta del color (ΔE) entre las medidas realizadas a la masa cruda y masa cocida a cinco tratamientos, los valores exhiben la desviación estándar ($\pm DE$) de tres repeticiones	91
4. Análisis de la varianza y prueba de Tukey para la Diferencia Neta del Color (ΔE) entre los tratamientos de quispiño	92
5. Ficha de análisis sensorial	93
6. Resultados de la prueba de Friedman – variable sabor	94
7. Resultados de optimización de cal (%) DCA Factorial 2*5	98
8. Resultados de la aceptabilidad del quispiño a tres porcentajes de cal	109
9. Recolección de datos - Prueba de aceptabilidad del quispiño por el panel sensorial (Estudiantes de la EPIAI de la UNA Puno)	113
10. ANOVA del primer objetivo	114

RESUMEN

El quispiño, bocadillo poco conocido a nivel nacional ha despertado un interés gastronómico y se estudia con la finalidad de analizar cómo la cantidad de cal afecta la calidad del quispiño, para ello se empleó harina tostada de quinua, cal, sal, anís, agua y grasa vegetal, se preparó usando 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 % de cal, se midió el color en la escala L^* , a^* , b^* , ángulo de tono H^* y croma C^* en la masa cocida y cruda, se determinó la diferencia neta de color (ΔE) para cuantificar las variaciones entre los tratamientos, se implementó un Diseño Completo al Azar (DCA) Factorial de 2×5 y se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar los promedios y detectar las diferencias significativas. La aceptabilidad del quispiño a 0.5, 0.7 y 0.9 % de cal se realizó mediante una escala Hedónica de 5 puntos, con 40 panelistas no entrenados los cuales evaluaron el sabor, color, aspecto y olor, además de aplicar las pruebas Friedman y Wilcoxon para analizar los resultados. Los cuales señalaron que si existe diferencias significativas en el color, con un impacto notable de los diferentes tratamientos. El resultado óptimo fue con 0.7 % de cal, la prueba de aceptabilidad reveló que los quispiños con mayor contenido de cal (0.9 %) obtuvieron puntajes más altos en sabor y olor, se percibió de manera diferente a los de menor contenido (0.5 y 0.7 %), y fueron más aceptados por los panelistas.

Palabras clave: Cal, flujo de operaciones, hidróxido de calcio, quinua Salcedo, quispiño, variación del color.

ABSTRACT

The quispiño, a Little known snack at national level, has aroused gastronomic interest and is being studied with the aim of analyzing how the quantity of lime affects the quality of the quispiño, for which toasted quinoa flour, lime, salt, anise, water and vegetable fat were used, it was prepared using 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 % lime, color was measured on the L*, a*, b*, hue angle H* and chroma C* scale in the cooked and raw dough, the net color difference (ΔE) was determined to quantify variations between treatments, a 2 x 5 Factorial Complete Randomized Design (CFD) was implemented and an analysis of variance (ANOVA) was performed to compare averages and detect significant differences. The acceptability of quispiño at 0.5, 0.7 and 0.9 % lime was assessed using a 5-point Hedonic scale, with 40 untrained panelists who evaluated flavor, color, appearance and odor, and applying the Friedman and Wilcoxon tests to analyze the results. The results showed that there were significant differences in color, with a notable impact of the different treatments. The optimum result was with 0.7 % lime, the acceptability test revealed that the quispiños with higher lime content (0.9 %) obtained higher scores in flavor and odor, were perceived differently from those with lower content (0.5 and 0.7 %), and were more accepted by the panelists.

Keywords: Calcium hydroxide, color variation, lime, operation Flow, quinoa Salcedo, quispiño.



Walter Pacheco Tanaka
C.I.F. 01222

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es valorada desde civilizaciones andinas precolombinas, considerada por los incas como un regalo divino, (Brita et al., 2022; Gordillo-Bastidas et al., 2016; Mhada et al., 2020) debido a sus variadas bondades para la salud y su elevada importancia nutricional. (Ando et al., 2002; Maldonado-Alvarado y Trujillo, 2022; Pérez, 2023) Tal es que contiene entre un 15 y 23 por ciento de proteínas, principalmente albúminas y globulinas, (Abugoch, 2009) y posee un perfil aminoacídico más extenso que el de los granos y legumbres, con aminoácidos como la lisina, isoleucina, metionina, fenilalanina, treonina, valina, leucina, histidina, arginina, alanina y glicina. (Bielecka et al., 2022; Estivi et al., 2022; Valcárcel-Yamani et al., 2012) Las semillas de quinua contienen ácidos grasos insaturados y una variedad de vitaminas y minerales esenciales, como calcio, hierro, zinc y fósforo, necesarios para diversas funciones fisiológicas y bioquímicas. (Coțovanu et al., 2023a; Repo-Carrasco et al., 2011) La quinua destaca por su contenido elevado de calcio, lo que la convierte en una opción beneficiosa para la recuperación de fracturas óseas. (Berti et al., 2004) Además, la quinua presenta una calidad superior de fibra y vitaminas B en paralelo junto con otros granos como la cebada, arroz, avena, maíz o trigo. (Ruíz, 2005) En contraste, la quinua genera una respuesta glucémica baja, (Gargiulo et al., 2019; Rafik et al., 2021a) convirtiéndola en una opción idónea para individuos con necesidades dietéticas específicas, como aquellos que padecen diabetes, enfermedad celíaca y autismo. (Aguiar et al., 2022a; Baldera et al., 2020; Muñoz-Pabon et al., 2022; Repo-Carrasco-Valencia, 2011) Asimismo, en los Andes, la quinua se consume de manera versátil a diario, ya sea en forma de quispiño, pesque, quinua graneada, sopa y otros platillos. (Jaimes et al., 2017) Según un estudio etnográfico realizado en el sur del salar de Uyuni, se afirma que una cantidad significativa de quinua se conserva en la región para ser consumida localmente (Ofstehage, 2012). Situaciones similares se observan en las zonas del Perú donde se cultiva quinua. Estos hallazgos indican que la quinua tiene un valor cultural y nutricional significativo y el consumo local es una práctica extendida en las comunidades productoras. (Brita et al., 2022)

El quispiño, se realiza a partir de harina de quinua, aunque no ha alcanzado gran renombre fuera de la región, su preparación constituye un proceso artesanal que demanda tiempo y destreza. (Miguel, 2018) La elaboración del quispiño implica moler en un batán de piedra o k'hona y se amasa con cal y sal al gusto. Después de amasarla, se incorpora

aceite o grasa animal y se le da forma manual antes de colocarla en una olla de barro para su cocción. El quispiño se sirve tradicionalmente con chuño o papa sancochada, maíz y otros ingredientes, y se puede enriquecer con queso, carne, ensaladas para variar su sabor. (Ortiz, 2011) Es apropiado para trayectos extensos y puede almacenarse durante al menos seis meses sin necesidad de refrigeración, manteniendo su textura constante. (Repo-Carrasco et al., 2011) En presencia de agua, la cal genera calor por una reacción exotérmica producida, este polvo microcristalino, de color blanco e inodoro, se incorpora al quispiño para conferirle su distintivo tono y actuar como regulador de acidez y tiene la capacidad de neutralizar parte de la saponina.

Este estudio propone contribuir al enriquecimiento del conocimiento en la región de Puno, buscando realzar el consumo del quispiño tradicional y pertenece al área de Ciencias de la Ingeniería, a la línea de investigación Alimentación y Nutrición, y al tema Influencia de la Adición de Cal en las Propiedades Cromáticas del Quispiño Ancestral. Para alcanzar este propósito, se establecen metas específicas como: determinar los parámetros de color L^* , a^* , b^* , cromaticidad C^* y tonalidad H^* para evaluar la influencia de la cal a nivel de la masa cocida y masa cruda del quispiño, realizar la comparación de la diferencia neta de color (ΔE) entre el L^* , a^* , b^* de la masa cruda y cocida a diferentes porcentajes de cal con el fin de establecer un estándar conocido y llevar a cabo una prueba de aceptabilidad del quispiño evaluando el sabor, color, aspecto y olor con el fin de comprender cómo la presencia de cal afecta la percepción del consumidor.

El trabajo contiene lo siguiente; En el capítulo I, se presenta de manera concisa el marco teórico en el que se recopilaron las referencias de investigaciones previas realizadas en contextos similares. Estas investigaciones sirven como base para la tesis y se respaldan mediante métodos de validación rigurosos, así como consideraciones teóricas que guían la creación del argumento científico y la importancia del tema de estudio. El segundo capítulo se enfoca en detallar el problema de acuerdo con los objetivos establecidos en esta investigación. En el tercer capítulo, se proporciona una descripción del lugar de trabajo, se expone la población y la muestra utilizada en el estudio, así como el proceso metodológico que se ha empleado para lograr los objetivos de investigación. También se detallan las variables dependientes e independientes, los equipos y materiales utilizados. El cuarto capítulo se dedica a describir los resultados y las discusiones obtenidas en el estudio. Se presentan tablas estadísticas generadas con el software R-Studio, así como los resultados del laboratorio. Finalmente, las conclusiones,



las recomendaciones pertinentes, las fuentes consultadas y los anexos relacionados (Anexo 1).

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco Teórico

1.1.1 La taxonomía de la quinua

- Reino: Vegetal
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Caryophyllidae
- Orden: Caryophylliales
- Familia: Chenopodiaceas
- Sección: Chenopodia
- Subsección Cellulata
- Género: *Chenopodium*
- Especie: *quinoa* Willd.
- Nombre Común: quinua, quinoa, dahue, sub. (Bastidas et al., 2016, p. 1; Cronquist, 1997, p. 83)

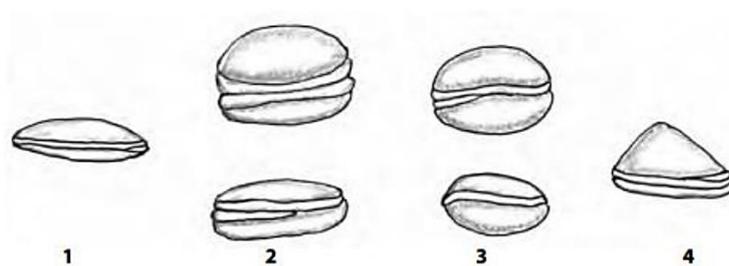
1.1.2 Información general

La quinua, considerada un pseudocereal debido a sus semillas que pueden ser convertidas en harina y utilizadas de manera similar a los cereales, está atrayendo considerable atención por su capacidad de resistir diversas temperaturas y condiciones climáticas. (Jaikishun et al., 2019, p. 2; Puri et al., 2020, p. 48) El fruto es un aquenio, lo que significa que pertenece a la categoría de frutos pequeños, que no se abre naturalmente y que contiene una sola semilla. Su forma es cilíndrico-lenticular, con un leve engrosamiento hacia el centro, lo que le confiere una apariencia redonda y plana. En la parte inferior del aquenio se puede observar una marca que indica la unión del fruto con el receptáculo floral. Este fruto está formado por el perigonio, que encierra por completo a la semilla, y su color puede variar. La coloración de los frutos depende del tono que presente tanto el pericarpio como la episperma, lo que resulta en quinuas de distintos colores, como negro, crema, blanco, plomo, amarillo, rosado, rojo, morado y violeta,

según la variedad. (Maldonado-Alvarado et al., 2023, p. 1; Vega-Gálvez et al., 2010, p. 2542) El diámetro puede ir desde 1.5 a 4 mm y son de distintos tamaños. (Bazile et al., 2014, p. 13; Graf et al., 2015, p. 434; Lorenz y Collins, 1990, p. 83; Repo Carrasco et al., 2007, p. 245) En la Estación Experimental Patacamaya en Bolivia, se identificaron 66 tonalidades de granos y se mantienen preservadas cuatro variedades en la reserva genética (Figura 1) (Bazile et al., 2014, p. 15)

Figura 1

Formas de grano de quinua: 1) lenticular; 2) cilíndrica; 3) elipsoidal y; 4) cónica, respectivamente



Nota. Extraído de Bazile et al. (2014, p. 20)

El perigonio se desglosa fácilmente en la etapa de madurez, pero en ocasiones puede durar unido al grano incluso posteriormente de la trilla, lo que complica la tarea de selección. (Natalia, 2016, p. 36) La semilla representa la parte madura del fruto, excluyendo el perigonio, y puede tener una forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal (Figura 2 y 3). Compuesta por tres componentes claramente definidos: episperma, embrión y perisperma. La episperma se compone de cuatro capas, siendo la más exterior, de textura rugosa y quebradiza, desprendiéndose con facilidad al sobarla. En esta capa se encuentra la saponina, la cual es responsable del sabor amargo en el grano. (Natalia, 2016, p. 6) En la Figura 3 podemos visualizar la sección longitudinal media del fruto con su distribución de minerales en la estructura del grano.

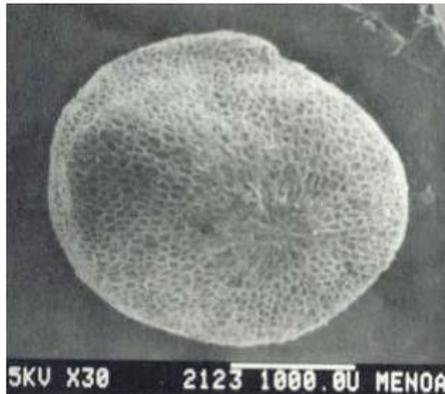
1.1.3 Beneficios del consumo de la quinua

La quinua destaca como uno de los granos más saludables gracias a su elevado valor proteico y su conveniente composición de aminoácidos esenciales, como la lisina, metionina y cisteína (Tabla 1), (Robin et al., 2015, p. 2153) el gran valor nutritivo de este pseudocereal es de fibra, vitaminas (especialmente B₆ y

B₉), minerales (como hierro y calcio) y antioxidantes. (Navruz-Varli y Sanlier, 2016, p. 372)

Figura 2

Perspectiva inferior de la semilla (Chenopodium quinoa Willd) en un microscopio electrónico de barrido.

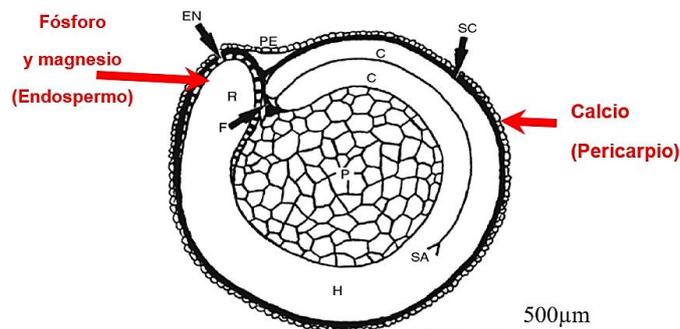


Nota: Extraído de Natalia (2016, p. 37)

En la actualidad, la quinua está captando la atención a nivel global como un alimento con beneficios para la salud, gracias a su elevado porcentaje de proteínas, lípidos, fibra, vitaminas y minerales, así como a su equilibrio de aminoácidos esenciales. La ingesta de quinua se ha asociado con efectos positivos en la salud humana, ya que contiene diversos fitoquímicos, entre ellos saponinas, fitosteroles, fitoesteroides, compuestos fenólicos y péptidos bioactivos. Dichos elementos pueden implicar efectos provechosos en la salud metabólica, cardiovascular y gastrointestinal. (Navruz-Varli y Sanlier, 2016, p. 373; Vilcacundo y Hernández-Ledesma, 2017, p. 2)

Figura 3

Corte longitudinal central del fruto de quinua con una distribución de minerales en la estructura de la semilla de quinua.



Nota: Sección longitudinal medial que indica el pericarpio (PE), la cubierta del grano (SC), eje de hipocótilo radicular (H), los cotiledones (C), el endospermo (EN) (solo en la zona micropilar), la radícula (R), el funículo (F), meristema apical (SA) y perisperma (P). Bar = 500 µm. Extraído de Prego et al. (1998, p. 482)

La quinua podría ser beneficiosa para grupos de alto riesgo, tales como niños, adulto mayor, atletas de alto desempeño, individuos que sufren de intolerancia a la lactosa y señoras con riesgo de desarrollar osteoporosis, individuos con anemia, diabetes, dislipidemia, obesidad y celiaquía. Esto se debe a sus propiedades distintivas, que incluyen un elevado valor nutricional, características terapéuticas y la ausencia de gluten. Estas propiedades, atribuibles a la presencia de fibra, minerales, vitaminas, ácidos grasos, antioxidantes y, especialmente, fitoquímicos en la quinua, ofrecen una superioridad significativa en comparación con otros cultivos en términos de nutrición humana y mantención de la salud. (Repo-Carrasco-Valencia, 2011, p. 6; Vega-Gálvez et al., 2010, p. 2543) En una investigación sobre la nutrición en niños de 50 a 65 meses que forman parte de familias de recursos limitados en Ecuador, se observó un incremento significativo en los niveles plasmáticos del factor de crecimiento igual a la insulina (IGF₁) en aquellos niños que consumieron 100 g de alimentos infantiles con quinua dos veces al día durante 15 días, en balance con el grupo control. Concluyendo que los alimentos infantiles que contenían quinua proporcionaban cantidades adecuadas de proteínas y otros nutrientes esenciales, cumpliendo así una función crucial en la prevención de la malnutrición infantil. (Ruales et al., 2002, p. 144)

En términos generales, el contenido promedio de proteínas en la quinua (13.8-14.6 g %) (Tabla 1) supera al de granos tales como trigo, cebada, avena, arroz, maíz, sorgo y centeno (Tabla 2). En cuanto al contenido de lípidos, la quinua (5±6 g %) tiene niveles más altos que el trigo, la cebada, el sorgo, el arroz y el centeno, se asemeja al de la avena y el maíz (Tabla 2), y es inferior al de la soja (18.9 %). (Valcárcel-Yamani et al., 2012, p. 266) En contraste, la quinua proporciona niveles más elevados de fibra cruda en comparación con trigo, maíz, sorgo y centeno, aunque sustancialmente menores en comparación con avena y arroz (Tabla 2). Además, la quinua exhibe un contenido proteico inferior al de los granos de leguminosas tales como frijol (*Phaseolus vulgaris*) con un contenido del 28 %, lupinos (*Lupinus sp.*) con un 39 %, o soja (*Glycine max*) con un 36.1 % pero posee aminoácidos de alto valor biológico. (Koziol, 1992, p. 43; Valcárcel-Yamani et al., 2012, p. 266)

Tabla 1

Contenido nutricional de las semillas de quinua (g %)

Componentes	Rango	Promedio
Humedad	6.80-20.70	12.65
Proteína	7.47-22.08	13.81
Grasa	1.80-9.30	5.01
Cenizas	2.22-9.80	3.36
Hidratos de carbono	38.72-71.30	59.74
Celulosa	1.50-12.20	4.38
Fibra	1.10-16.30	4.14

Nota: Extraído de Koziol (1992, p. 38)

1.1.4 Producción de quinua

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Perú y Bolivia destacan como importantes productores y exportadores de quinua. La producción nacional de quinua ha experimentado un acrecentamiento constante en los últimos diez años, registrando 9 % de tasa promedio anual. Ya que la producción pasó de 52.130 Tm en 2013 a 113,355 Tm en 2022. Puno destaca como productor de quinua en Perú, alcanzando una producción de 45,188 Tm al cierre del 2022, lo que simboliza un aumento del 9.3

% con respecto al año anterior. (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2023, p. 16) Perú, Bolivia y Ecuador destacan como consumidores de quinua a nivel mundial. Bolivia tiene un consumo per cápita más alto a nivel global, alcanzando 5 kg anuales. El consumo es mayormente vinculado al autoconsumo de las familias campesinas. En contraste, en el contexto de los compradores en Estados Unidos y Europa, la quinua se utiliza mayormente en la elaboración de alimentos con propiedades funcionales o en platos de cocina gourmet. (Bergesse et al., 2015, p. 7)

Tabla 2

Comparación de la composición química entre cereales y granos andinos (g/100 g de materia seca)

	Proteínas	Grasas	Fibra Cruda	Cenizas	Carbohidratos
Cereales					
Trigo	10.5	2.6	2.5	1.8	78.6
Cebada	11.8	1.8	5.3	3.1	78.1
Avena	11.6	5.2	10.4	2.9	69.8
Arroz	9.1	2.2	10.2	7.2	71.2
Maíz	11.1	4.9	2.1	1.7	80.2
Sorgo	12.4	3.6	2.7	1.7	79.7
Centeno	13.4	1.8	2.6	2.1	80.1
Granos Andinos					
Quinoa	14.6	6	4	2.9	72.6
Kañiwua	18.8	7.6	6.1	4.1	63.4
Kiwicha	14.5	6.4	5	2.6	71.5

Nota: Extraído de Repo-Carrasco et al. (2003, p. 181)

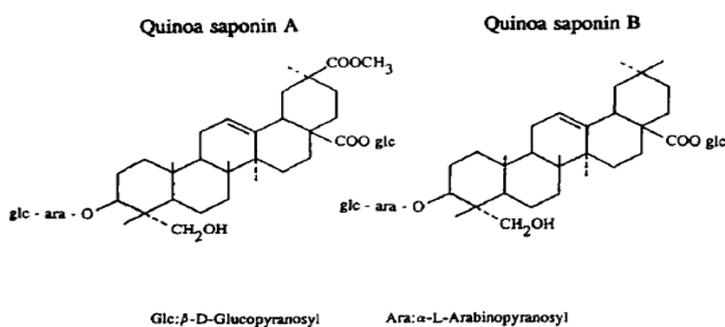
1.1.5 Las Saponinas

Las saponinas, compuestos presentes en el pericarpio de los granos de quinua, son responsables del sabor amargo. El contenido de saponinas fluctúa entre 0.1 y 5.0 %. La quinua puede clasificarse según su contenido de saponinas, en quinua dulce (<0.11 %) o amarga (>0.11 %). Estos compuestos, solubles en metanol y agua, están compuestos por una a seis unidades de hexosas o pentosas unidas a una sapogenina aglicona. Las saponinas pueden contener agliconas esteroideas o triterpenoidales y tienen la capacidad de generar espuma firme en soluciones acuosas, reducir los niveles de colesterol y provocar hemólisis en células sanguíneas. No obstante, las saponinas influyen en la facilidad de digestión de la quinua. Investigaciones realizadas en ratas indicaron que aquellas alimentadas con dietas que contenían quinua sin lavar experimentaron impactos

negativos en su crecimiento y una disminución en la eficiencia de conversión de alimentos (Gee et al., 1996, p. 117). Las variedades de quinua exhiben proporciones distintas de tipos de saponinas. (Ruales et al., 1993, p. 13) Estos investigadores han reconocido en granos y salvado de quinua dos de las saponinas principales, conocidas como tipo A y B (Figura 4). La cantidad de saponina tipo A es del 0.7 % y la de tipo B 0.2 %.

Figura 4

Estructura de las saponinas Tipo A y B de quinua



Nota: Extraído de Ruales et al. (1993, p. 13)

1.1.6 Eliminación de las saponinas

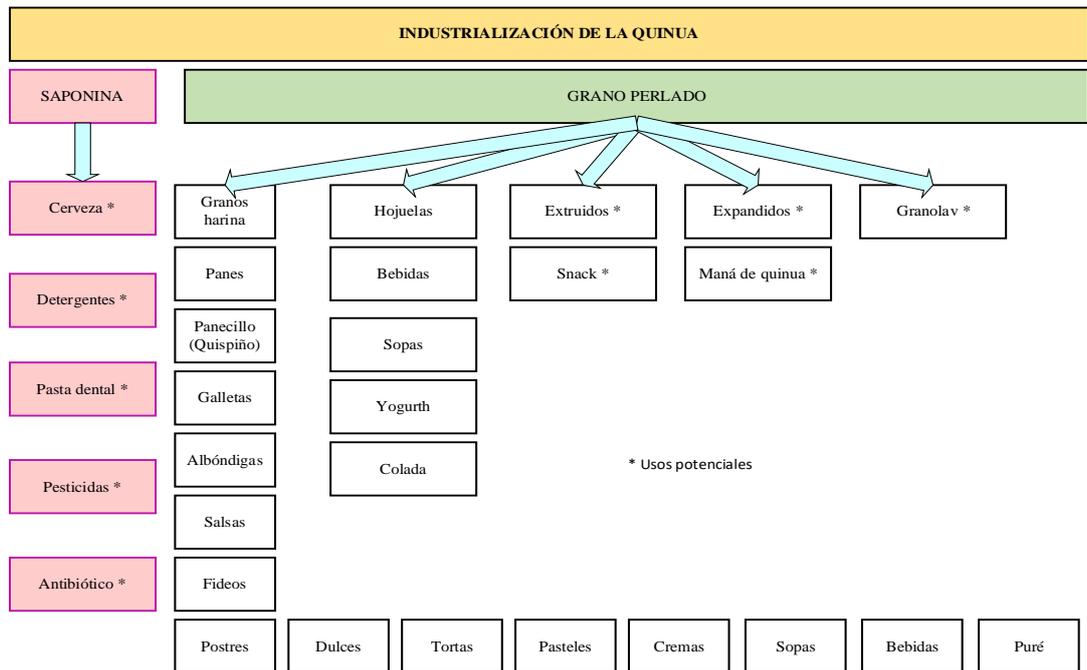
Se han diseñado diversos métodos para la eliminación de saponinas, las cuales se encuentran principalmente en el pericarpio en un 86 %. (Gargiulo et al., 2019, p. 3) El método más común es el proceso de abrasión mecánica, que se basa en fricciones físicas para eliminar el salvado y resulta en un subproducto (salvado de semillas) apetitoso en saponinas y otros nutrientes. Para retener el máximo contenido nutricional en la quinua y preservar su integridad, es esencial limitar la duración del perlado a dos minutos, lo cual es suficiente para reducir el contenido de saponinas por debajo del umbral establecido por la Norma Codex (0.12 %). (Rafik et al., 2021, p. 2)

1.1.7 Proceso Industrial – Aplicaciones actuales y posibilidades futuras de la quinua

La quinua tiene múltiples usos tanto en el ámbito alimenticio y no alimenticio. Del fruto se obtiene saponina y el grano perlado (Figura 5). (Natalia, 2016, p. 37)

Figura 5

Aplicaciones de la quinua



Nota: Extraído de Natalia (2016, p. 62)

1.1.8 El Quispiño

El quispiño es un pan de quinua cocida elaborado con harina cruda y grasa animal. Se utiliza en viajes largos y puede conservarse al menos seis meses sin enfriar, manteniendo su consistencia. (Repo-Carrasco-Valencia, 2011, p. 16)

1.1.9 Preparación artesanal del quispiño

La preparación tradicional del quispiño implica el uso de harina de quinua, cal, sal, anís y manteca de cerdo para el proceso de amasado y moldeado. Se emplean utensilios básicos como olla de barro, un plato y un mantel. La quinua se tuesta parcialmente y se deja ventilar antes de ser molida en un batán de piedra. Después de amasarla con cal y sal al gusto, se le da la forma deseada con las manos, se pone dentro de una olla de barro, utilizando paja en el fondo. La cocción se realiza con el vapor de agua, colocando una pequeña papa encima para determinar la cocción. Una vez listo, se retira y se dispone sobre un mantel limpio, pudiendo acompañarse con chuño y papa sancochada, maíz y otros. Para resaltar su sabor, se puede servir con queso, carne y ensaladas. (Ortiz, 2011, p. 37)

1.1.10 Harina de quinua tostada

Se produce al moler quinua perlada, que es el grano integro fabricado mediante el escarificado y desaponificación. Es variable y se puede incorporar en una amplia variedad de productos de la industria. Es posible agregar cantidades que van desde el 10 % a 40 % de harina de quinua en la elaboración de pan, hasta el 40 % en pastas, hasta el 60 % en bizcochos, y hasta el 70 % en galletas. (Padrón et al., 2014, p. 168) Se aprecia una estructura química (Tabla 3) alta en carbohidratos y proteína, necesarias para suplir déficits en la alimentación libre de cárnicos y categorías obtenidas en torno al contenido de grasa y fibra. (Romo et al., 2006, p. 113)

1.1.11 La sal

El sodio es un mecanismo esencial para un adecuado funcionamiento del cuerpo y la homeostasis celular. La cantidad diaria recomendada oscila entre 10 y 20 mmol/día (similar a 0.6 a 1.2 g/día de sal). (Roig et al., 2021, p. 2) Es importante tener en cuenta que un exceso de sodio en la dieta se ha vinculado con un incremento en la probabilidad de padecer enfermedades cardiovasculares.

Tabla 3

Composición química de la harina de quinua tostada

Composición Química	Cantidad (%)
Carbohidratos	68.7
Proteína	15.7
Grasa	4.5
Fibra	4.3
Humedad	4.2
Ceniza	2.6
Total	100

Nota: Extraído de Romo et al. (2006, p. 123).

1.1.12 La cal

Sólido cristalino, obtenido por calentamiento del carbonato de calcio (1). El proceso de fabricación de la cal apagada Ca(OH)_2 implica la extracción, trituración, lavado y preparación de la piedra caliza antes de su calcinación en CaO y la posterior hidratación en hidróxido de calcio Ca(OH)_2 como se indica en la ecuación (2). (Simoni et al., 2022, p. 1) La composición química de la caliza es CaCO_3 96.58 %, MgCO_3 1.42 %, Al_2O_3 0.98 % y SiO_2 1.02 %. (Quiñónez, 2015, p. 18)



1.1.13 Producción de cal

En Perú, la cal se emplea prioritariamente en la fabricación de productos farmacéuticos, barnices, insecticidas, fertilizantes, alimentos para plantas, alimentos para animales, papel, yeso. Lima lideró con un 38.3 % del total, seguido por Junín con el 25 % de contribución, y Cajamarca en tercer lugar con el 16.6 % de participación. (Ministerio de Energía y Minas, 2022, p. 7) En ese sentido, la obtención de caliza en Puno estaría liderado por Cal & Cemento Sur el cual tiene una capacidad instalada de un 1 millón de toneladas/día de cal en su planta de Caracoto, Puno y la producción de cal en Puno fue de 15.9 % en el 2019. (Banco Central de Reserva del Perú, 2019, p. 3)

1.1.14 Anís (*Pimpinella anisum*)

Planta anual con flores nativas de la India y el suroeste de Asia, puede llegar hasta un metro de altura y su producto es un esquizocarpo deshidratado que mide 3 - 5 mm de largo. Comúnmente, se emplea en combinación con otras plantas medicinales carminativas como el hinojo, menta y comino. El *Pimpinella anisum*, conocido como anís, ha sido utilizado desde hace mucho tiempo en la industria alimentaria, perfumería y medicina, destacándose por sus propiedades como estimulante digestivo antiparasitario, antifúngico, antipirético y para tratar la epilepsia y convulsiones. También se ha utilizado para el estreñimiento y tiene propiedades relajantes musculares. Recientemente, se ha demostrado que el

extracto de metanol de las semillas de *P. anisum* tiene actividad bactericida sobre *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*. El aceite esencial de la fruta contiene anetol, el principal compuesto que le confiere sus propiedades carminativas, así como ácidos grasos, flavonoides, hidratos de carbono, esteroides, proteínas y cumarinas. (Akhtar et al., 2008, p. 78; Alice et al., 1995, p. 42; Soliman y Badeaa, 2002, 1669)

1.1.15 Aceite vegetal

La presencia de aceites y grasas ejerce gran dominio en los métodos de cocción, ya que actúan como lubricantes entre la materia particulada y los envases que lo contienen, dentro del cual, estos compuestos se tornan líquidos a temperaturas superiores a los 40 °C y funcionan como aceites durante las etapas críticas del proceso. Se mezclan con los demás materiales y se desperdigan rápidamente en pequeñas gotas de aceite de menos de 1.5 μ , que quedan atrapadas en la fase continua. En general, se recomienda utilizar una cantidad de aceite que oscile entre 1 % y 5 % en peso de la mezcla total de ingredientes. Sin embargo, la cantidad precisa de aceite que se debe utilizar dependerá de factores como la composición de la mezcla de ingredientes, la temperatura, entre otros. (Guy, 2001, p. 117)

1.1.16 La enfermedad celíaca

La enfermedad celíaca influye cerca del 0.7 % de la población global, se manifiesta en personas genéticamente susceptibles que, como respuesta a factores ambientales aún poco comprendidos, desencadenan una respuesta inmunitaria tras consumir gluten proveniente de trigo, cebada, centeno y otros cereales (Glissen y Singh, 2019, p. 1) Puede ocasionar daño a las vellosidades intestinales, resultando en desnutrición, disminución de la densidad ósea, problemas de fertilidad, abortos espontáneos, intolerancia a la lactosa y un incremento en el peligro de desarrollar diversas formas de cáncer, incluyendo linfoma intestinal y cáncer de intestino delgado. (Tursi, 2004, p. 242; Volta et al., 2011, p. 479) No hay una cura conocida para la enfermedad y el único tratamiento consiste en adoptar una dieta libre de gluten. Los pseudocereales, como el amaranto, la quinua y el trigo sarraceno, junto con otros cereales menores, representan una alternativa beneficiosa debido a su aporte sustancial de carbohidratos, proteínas, fibra

dietética, vitaminas y ácidos grasos poliinsaturados. (Di Nardo et al., 2019, p. 1)
Las personas celíacas se enfrentan a una oferta limitada de productos sin gluten con alto valor nutricional y aceptabilidad sensorial. (El Khoury et al., 2018, p. 1) por lo que el quispiño representa una buena alternativa.

1.1.17 Descripción de los principales procesos de la quinua

A. Recepción de la materia prima

Al recibir los pedidos de granos en las instalaciones, se realizan evaluaciones de calidad antes de almacenarlos en condiciones adecuadas para prevenir o reducir el deterioro. La humedad es un factor crucial que contribuye al deterioro de la calidad de los granos durante el almacenamiento. Se busca mantener una tasa de respiración lo suficientemente baja para evitar la generación de calor y el consiguiente deterioro de las semillas. (Hui, 2006, pp. 72-49)

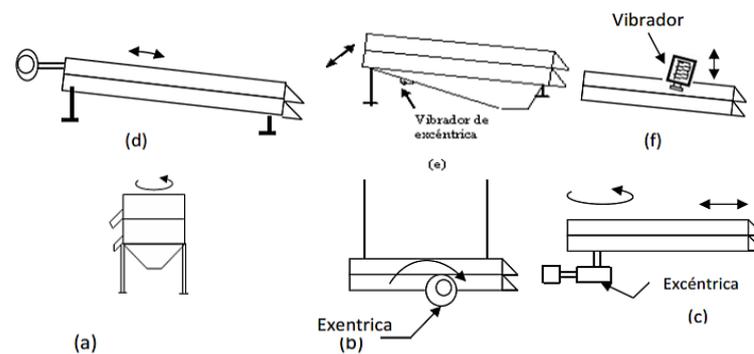
B. Limpieza en seco. Clasificación

Se aplica a productos de pequeño tamaño, con más resistencia mecánica y menor contenido de agua, como cereales, nueces y avellanas. Este proceso puede hacerse mediante aire, magnetismo u otros métodos físicos, aprovechando las diferencias físicas entre las partículas, como tamaño, forma o densidad, para clasificar el material en función de alguna característica física cuantificable. Las técnicas clave son tamaño, forma, peso y color. Para llevar a cabo esta limpieza, se utilizan instalaciones específicas, tales como: Clasificadores de aire, emplean un chorro de aire para eliminar contaminantes de las semillas según sus diferencias de densidad. Separadores magnéticos, separan fragmentos de material ferromagnético de las semillas. Dispositivos de tamizado y clasificación según la forma y dimensiones, durante la separación, el material pasa por cribas de distintos tamaños o formas, y se separa según estas características. La categorización por forma puede realizarse de manera manual, mecánica o mediante procesamiento de imagen. La separación por tamaño de los granos de quinua no solo permite eliminar impurezas,

sino también clasificarlos, asignándoles otras denominaciones, valores comerciales y usos (Figura 6). (Natalia, 2016, 67)

Figura 6

Acciones de los tamices: a) girar horizontalmente, b) girar verticalmente, c) girar en un extremo y agitar en otro, d) agitar, e) vibración mecánica, f) vibración eléctrica.



Nota: Extraído de Natalia (2016, p. 67)

C. Desamargado de los frutos de quinua

El desamargado puede llevarse a cabo mediante métodos húmedos, secos o combinados. (Nieto y Vimos, 1992, p. 23) El método húmedo es tradicionalmente usado en la exclusión de las saponinas de la quinua, radica en el lavado con agua mientras los frutos son frotados entre sí con las manos o con una piedra. (Nieto y Vimos, 1992, p. 22; Repo-Carrasco et al., 2003, p. 185) Otra opción al método a nivel industrial radica en someter los granos a un proceso de remojo, turbulencia o agitación mecánica en agua circulante o estancada. (Nieto y Vimos, 1992, p. 24) Después de lavado pueden quedar algunos residuos de estos glicósidos en las semillas. El lavado disminuye de manera más significativa la proporción de saponinas en comparación con el método seco abrasivo, dando como resultado valores remanentes de estos compuestos de 0.32 % y 1.05 % respectivamente. (Natalia, 2016, p. 141) Además, existe la posibilidad de que los granos inicien el proceso de germinación durante el lavado y secado, debido a su alto poder germinativo. (Nieto y Vimos, 1992, p. 24; Repo-Carrasco et al., 2003, p. 187) Los métodos secos (escarificación o descascarado abrasivo) consisten en el desprendimiento

del pericarpio mediante la fricción mecánica de los frutos sobre una superficie abrasiva y la separación del polvillo resultante, mediante ventilación. (Jacobsen et al., 2003, p. 140; Nieto y Vimos, 1992, p. 25) Al incrementar la eficiencia y llevar a cabo un pulido más intensivo del grano, existe la posibilidad de perder nutrientes como minerales, vitaminas, grasas o proteínas, ya que estos componentes se encuentran en mayores proporciones en el germen. (Repo-Carrasco et al., 2003, p. 187) El contenido remanente de saponinas luego de escarificar los granos puede ir desde 0.04 a 0.25 % dependiendo de la variedad utilizada. (Natalia, 2016, p. 67)

D. Cocción de las semillas de quinua

El calentamiento de los alimentos es una práctica común para mejorar diversas propiedades físicas, químicas y sensoriales antes de su consumo. La cocción al vapor logra la misma temperatura que el secado convencional, pero evita el contacto con el líquido diluyente, reduciendo los fenómenos de disolución. Los alimentos no entran en contacto directo con el agua en estado líquido, sino con vapor. Por otro lado, la cocción a presión proporciona la posibilidad de mantener una temperatura que varía entre 110 °C y 120 °C, dependiendo de la presión aplicada. (Natalia, 2016, p. 67) La mayor temperatura reduce el tiempo de cocción de los alimentos, por lo tanto, se reduce la pérdida de nutrientes termolábiles y se ahorra tiempo y combustible. (Mudambi & Rajagopal, 2007, p. 10) El tiempo necesario para la cocción de los alimentos depende tanto de la cantidad de alimento, el material y grosor del recipiente en el que se cocina y la eficiencia del combustible utilizado. (Mudambi y Rajagopal, 2007, p. 13)

E. Secado de las semillas de quinua

El proceso de secado es esencial después de desamargar los frutos mediante técnicas húmedas o combinadas, o después de cocinarlos cuando se busca obtener harina. Es necesario lograr un contenido de humedad adecuado para la molienda, que generalmente es del 14 % como máximo. Esta operación a menudo representa el paso final en un proceso, y el producto resultante está generalmente listo para su envasado final. La

eliminación del agua u otros líquidos de los sólidos puede realizarse mecánicamente mediante prensado o centrifugación, o térmicamente a través de vaporización. (Natalia, 2016, p. 67)

1.2 Antecedentes

1.2.1 Internacionales

En Argentina, se desarrolló una barra de snacks utilizando cereales tradicionales como amaranto, quinua, girasol, lino, chía, sésamo y amapola, que fueron sometidos a varios tratamientos. Se ejecutaron dos evaluaciones sensoriales para estudiar la aceptación del producto. Las barritas que incorporaban semillas tostadas fueron las más favorecidas por los consumidores. En particular, la presencia de amaranto, quinua, chía y girasol contribuyó significativamente a la aceptabilidad del producto. La aplicación de métodos sensoriales permitió la selección de ingredientes y procesos de elaboración que mejoraron las preferencias de los consumidores. (Rios et al., 2020, p. 2)

En Rumanía, se evaluaron siete tipos de harinas comerciales sin gluten, incluyendo arroz, avena, sorgo, mijo de cola de zorro, amaranto, quinua y trigo sarraceno, desde una perspectiva termomecánica y su capacidad para retener disolventes. Estas harinas se utilizaron para elaborar masas con diferentes niveles de absorción de agua (WA): WA₁ para lograr una consistencia de 1.1 Nm y WA₂ con más del 85 % de absorción de agua para asegurar suficiente hidratación de los componentes. Las masas con WA₁ mostraron mayor gelatinización del almidón y estabilidad del gel en caliente en comparación con las masas con mayor cantidad de agua, que, a su vez, presentaron menores pares de retrogradación y retroceso. (Colque-Little et al., 2021, p.)

En China, se aplicaron distintos tratamientos para modificar la digestibilidad de la harina de quinua integral (WQ), incluyendo calor-humedad con enzima pullulanasa (HMT+P), calor-humedad con microondas (HMT+M) y calor-humedad con ácidos cítricos (HMT+A). Todos los tratamientos aumentaron la fibra dietética total, amilosa y almidón resistente, y redujeron la cantidad de amilopectina y almidón de rápida digestión. HMT+P tuvo el mayor contenido de fibra dietética, amilosa y almidón resistente, y el menor contenido de amilopectina

y almidón de rápida digestión. HMT+M mostró el mayor contenido de almidón de digestión lenta. Además, se observó una reducción en el índice glucémico estimado con todos los tratamientos, atribuido a cambios en la estructura del almidón evidenciados por microscopía confocal y análisis de cristalinidad. (Dong et al., 2021, p. 1)

En un estudio sobre cereales y pseudocereales sin gluten como posibles fuentes de exposición a elementos tóxicos entre los residentes polacos, se determinó el contenido de As, Cd, Pb y Hg en productos naturales sin gluten elaborados con trigo sarraceno, mijo, maíz, quinua y avena. Se utilizaron técnicas como ICP-MS y AAS para su medición. Se evaluó la seguridad del consumo de los productos mediante una encuesta en línea, se estimó el riesgo para la salud utilizando indicadores como THQ, RC e Ip. Contenidos elevados de As, Cd, Pb y Hg se observaron en avena (10,19 $\mu\text{g}/\text{kg}$), trigo sarraceno (48.35 $\mu\text{g}/\text{kg}$) y mijo (74.52 $\mu\text{g}/\text{kg}$), respectivamente, no se detectaron mayores amenazas para la salud al ingerir cereales y pseudocereales sin gluten en el mercado polaco. (Bielecka et al., 2022, p. 1)

En España, se empleó un diseño de mezcla para investigar el impacto del reemplazo de la harina de trigo (WF) por harinas germinadas de cañihua, kiwicha y quinua (SCF, SKF y SQF, respectivamente) en la cuantificación de ácido fítico (PA), ácido γ -aminobutírico (GABA), compuestos fenólicos solubles totales (TSPC) y actividad antioxidante (AA) en galletas. Las harinas de pseudocereales germinados mostraron menores niveles de almidón y proteínas, contenido similar de grasas y cenizas, similar contenido de PA, y mayores niveles de compuestos bioactivos (GABA y TSPC) y AA en comparación con las harinas integrales. Las harinas de pseudocereales germinadas demostraron ser nutricionalmente superiores a las WF refinadas. En las galletas horneadas, se observó una disminución en la digestibilidad del almidón y el índice glucémico en comparación con el control (100 % WF). Además, se encontró que las cantidades de GABA, TSPC y AA bioaccesibles fueron mayores en las digestiones gástrica e intestinal en comparación con la galleta de control. Estos hallazgos resaltan las ventajas nutricionales y para la salud al incorporar harinas de granos andinos germinados en la producción de galletas. (Paucar-Menacho et al., 2022, p. 1)

En Brasil, se determinó las proporciones óptimas de harinas de pseudocereales (FP) en formulaciones de pan sin gluten (GFB) que fueran sensorialmente aceptables. Se empleó un diseño de mezcla y metodología de superficie de respuesta para evaluar las características de los GFB desarrollados con harinas de amaranto, trigo sarraceno y quinua, junto con almidón de patata (PS) y harina de arroz (RF). Los resultados indicaron que el uso exclusivo de FP condujo a GFB no aceptables, pero las interacciones entre FP y RF mejoraron diversas características, como volumen específico, suavidad, aspecto, color, olor, textura, sabor y agrado general. Se establecieron proporciones máximas de FP (60 % para amaranto, 85 % para trigo sarraceno y 82 % para quinua) en combinación con RF para obtener GFB bien aceptados (puntuaciones ≥ 7 en una escala de 10 cm para todos los atributos evaluados). (Aguiar et al., 2022b, p. 1)

En Rumania investigaron siete harinas comerciales sin gluten (arroz, avena, sorgo, mijo cola de zorro, amaranto, quinua y trigo sarraceno). Se establecieron diferentes correlaciones entre los contenidos en proteínas, cenizas, pentosanos, almidón dañado y amilosa, la capacidad de las muestras de harina para retener diferentes disolventes como sacarosa, carbonato sódico y CaCl_2 , por otro. (Banu y Aprodu, 2022, p. 1)

En Italia, se mejoró el contenido nutricional de los alimentos a base de cereales al incorporar pseudocereales como amaranto, quinua y trigo sarraceno. Se examinaron las propiedades antioxidantes de estos pseudocereales y se estudió el impacto del calor en galletas elaboradas con harina integral o refinada de trigo einkorn, enriquecidas con un 50 % de harina integral de pseudocereales. Se observó que el trigo sarraceno tenía el mayor contenido de tocoles, mientras que el einkorn presentaba la mayor cantidad de carotenoides. En cuanto a los fenoles, el trigo sarraceno y la quinua tenían las concentraciones más altas de fenoles conjugados, mientras que el einkorn y el trigo panificable tenían mayores cantidades de fenoles ligados. Además, se notó que las harinas 100 % de trigo y el trigo integral einkorn experimentaban más daño por calor que el trigo integral mezclado con pseudocereales. A pesar de una pérdida de lisina superior, se descubrió que el perfil de aminoácidos del trigo enriquecido con pseudocereales seguía siendo más equilibrado que el del trigo integral. (Estivi et al., 2022, p. 1)

En Ecuador evaluaron la conservación de un cuscús tradicional ecuatoriano elaborado con sémola de trigo y quinua germinada cocida al vapor, sin gluten. Se usó quinua desaponificada de la variedad Tunkahuan y se procesó mediante germinación, secado, molienda y cocción al vapor en condiciones controladas. La estimación basada en la actividad de agua sugiere que el cuscús de quinua germinada puede mantener su calidad durante 85 días a 20 °C en envases de cartón y hasta 136 días en envases de polietileno de poliéster, indicando una vida útil prolongada con un almacenamiento adecuado. (Maldonado-Alvarado y Trujillo, 2022, p. 1)

En Colombia, se desarrollaron aperitivos sin gluten a partir de harina de quinua, utilizando un proceso de extrusión seguido de horneado. La extrusión provocó un notable incremento en el contenido de almidón digestible, elevándolo de 7.33 g/100 g a 77.33 g/100 g. Además, la digestibilidad de la proteína experimentó un incremento significativo, alcanzando un valor de 94.58 g/100 g. Las muestras de aperitivos exhibieron diferencias notables en las propiedades antioxidantes en paralelo con la harina cruda. El color de los aperitivos horneados mostró una mayor saturación, indicando un aumento en la intensidad del color. Cabe destacar que el proceso de horneado no afectó significativamente el perfil de viscosidad. Estos hallazgos son relevantes para la industria alimentaria, ya que abordan la creciente demanda de consumidores en busca de aperitivos sin gluten, saludables y enriquecidos con compuestos bioactivos. (Muñoz-Pabon et al., 2022, p. 2)

En España, se optimizó el valor nutricional de galletas al sustituir ingredientes críticos como harina, azúcar y mantequilla por harina integral de quinua y subproductos de chíá, sin comprometer las características tecnológicas y sensoriales. La formulación óptima resultó en galletas con mayor contenido proteico, un perfil de aminoácidos mejorado, así como aumentos en ceniza y fibra, mientras que el contenido calórico disminuyó en comparación con la muestra control. Las condiciones ideales de horneado fueron de 170-180 °C durante 11 min, aplicadas tanto a la fórmula de control como a la optimizada. En resumen, todas las galletas mantuvieron una calidad tecnológica y sensorial aceptable, y las nuevas presentaron beneficios nutricionales mejorados, ofreciendo una alternativa más saludable. (Myrasis et al., 2022, p. 1)

En Brasil, se buscó hallar las proporciones óptimas de harinas de pseudocereales (amaranto, trigo sarraceno y quinua) en la formulación de pan sin gluten (GFB) que fueran aceptadas sensorialmente. Se utilizó un diseño de mezcla y una metodología de superficie de respuesta. Los resultados indicaron que el uso exclusivo de harinas de pseudocereales resultaba en GFB no aceptables. Sin embargo, las interacciones entre estas harinas y la harina de arroz mejoraron el volumen y la suavidad de la miga, así como los aspectos de apariencia, color, olor, textura, sabor y satisfacción general. Las formulaciones que combinaron un 50 % de harina de pseudocereal y un 50 % de harina de arroz mostraron propiedades físicas y niveles de aceptación similares a los GFB tradicionales preparados con un 100 % de harina de arroz o una mezcla de 50 % de harina de arroz y 50 % de almidón de patata. (Aguiar et al., 2022, p. 1)

En Rumanía, se mejoró la calidad nutricional del pan de trigo al agregar harina de quinua en diferentes tamaños de partícula, utilizando dosis óptimas definidas mediante un proceso de optimización. Las muestras de trigo-quinua con partículas grandes y medianas mostraron una disminución en varios parámetros de panificación, mientras que las muestras con partículas pequeñas exhibieron una tendencia opuesta, excepto en la extensibilidad de la masa. Todas las formulaciones óptimas presentaron mejoras en los parámetros de fermentación, volumen del pan y firmeza en comparación con el pan de trigo sin quinua. Desde el punto de vista nutricional, se observó un aumento significativo en el contenido de proteínas (hasta un 19 %), cenizas (hasta un 13.8 %) y lípidos (hasta quince veces). Además, se enriqueció el contenido de minerales y aminoácidos esenciales en todos los panes óptimos. En términos de aceptabilidad, el pan óptimo con harina de quinua de tamaño de partícula medio obtuvo la puntuación más alta (8.70). (Coțovanu et al., 2023, p. 1).

1.2.2 Nacionales

En Perú en un estudio más allá del coste: explorando la elección de combustible y la dinámica sociocultural de la adopción de estufas de gas licuado de petróleo, algunas mujeres afirman que no pueden cocinar ciertos platos tradicionales y alimentos básicos con GLP, por ejemplo, no podían tostar granos sin quemarlos en la cocina de GLP, otras dijeron que no podían hacer quispíño,

pan al vapor hecho de harina de quinua, con GLP. Algunas mujeres aprendieron a hacer quispño con GLP y encontraron que sabía normal, mientras que otras nunca lo intentaron o pensaron que no sabría igual. (Williams et al., 2020, p. 1)

En Lima crearon panes sin gluten usando harinas de granos nativos andinos, específicamente quinua (variedad Pasankalla), kiwicha (variedad Centenario), kañiwa (variedad Illpa Inia), y tarwi (variedad Blanco de Yunguyo). Las formulaciones óptimas consistieron en una combinación de quinua (46.3 %), kiwicha (40.6 %), kañiwa (100 %), y tarwi (12 %) como harinas principales. Los panes sin gluten desarrollados mostraron un volumen específico satisfactorio y una miga con baja firmeza. Estos productos podrían ser una contribución valiosa para mejorar la alimentación de pacientes con enfermedad celíaca. (Repo-Carrasco-Valencia et al., 2020, p. 1)

En Ayacucho se evaluó el uso alimentario, el manejo de cultivos y el conocimiento tradicional sobre los granos ancestrales andinos en los distritos de Quinua y Acos Vinchos, Ayacucho-Perú. Se llevaron a cabo entrevistas individuales semiestructuradas con 96 informantes, quienes reportaron que obtenían principalmente quinua de sus propios cultivos (96.9 %) y que un porcentaje menor obtenía achita. Se observó que el 58.3 % de los participantes incluían quinua y achita en su dieta, lo que demuestra su importancia como fuente natural de proteína vegetal de alto valor nutricional en la alimentación de los habitantes de estos distritos. (Brita et al., 2022, p. 2).

1.2.3 Locales

En Moquegua se evaluó el rendimiento y características de doce variedades de quinua, durante el periodo de abril a setiembre de 2017. Se buscaba determinar el rendimiento, contenido de proteína, altura de planta, tamaño de panoja, días a la cosecha y costos de producción. La variedad INIA 515 mostró el mayor rendimiento con 1,375 kg/ha, otras variedades como Choclito, Pandela Rosada, Ayrampo, Koito Negro, Chullpi, INIA 431 y Altiplano también tuvieron buenos rendimientos. Todas las variedades se adaptaron a las condiciones de Moquegua, y la variedad INIA 515 tuvo el mejor costo de producción. (Ramos, 2019, p. 1)

En Puno, se presentaron los cultivos andinos locales que exhiben notable resistencia a condiciones adversas como sequías, heladas, salinidad, plagas y enfermedades. Estos abarcan cereales, tubérculos, raíces, frutas, plantas aromáticas y medicinales, mostrando un potencial considerable para su aprovechamiento y transformación en diversos productos procesados. El reto radica en encontrar métodos adecuados para utilizar y mejorar estos cultivos sin afectar negativamente sus características de sabor, color y textura. Es esencial que la producción y el procesamiento se realicen de manera sostenible y en alianza con la naturaleza. Además, se destacan metabolitos secundarios como saponinas, alcaloides, taninos, oxalatos, carotenos, antocianinas y betalainas. La investigación agroindustrial debe centrarse en identificar genotipos específicos para cada uso, asegurando que cualquier modificación genética preserve la calidad nutricional. Además, es crucial presentar estos cultivos de manera atractiva para que los consumidores no familiarizados los valoren adecuadamente. (Jacobsen et al., 2003, 139)

En Puno, los factores económicos, ambientales y sociales en el cultivo de Papa y Quinoa en las Aynokas los resultados subrayan la urgencia de apoyar métodos de cultivo sostenibles para salvaguardar el patrimonio cultural, impulsar las perspectivas de mercado y fortalecer la solidez ecológica regional. Reconociendo la importancia cultural, económica y medioambiental inherente a estos cultivos, se pueden canalizar los esfuerzos hacia el fomento de sistemas agrícolas sostenibles que defiendan el bienestar de la comunidad, conserven la biodiversidad y faciliten la resiliencia cultural en el altiplano puneño. (Calizaya et al., 2023, p. 1)

En Puno elaboraron nuggets a base de gluten, con sustitución parcial de harinas de tarwi, habas, quinoa y cañihua, concluyendo que el 60 % de gluten era la mejor opción. La muestra M20 (20 % de tarwi, 1 % de quinoa, 18 % de habas y 1 % de cañihua) se destacó por su textura y aceptación sensorial, con una composición proximal que incluía 28.53 % de proteínas, 5.06 % de fibra, 1.77 % de ceniza, 4.63 % de grasa y 60.01 % de ELN, los nuggets desarrollados, con una menor cantidad de harinas andinas, representan un alimento aceptable para niños en edad preescolar y consumidores vegetarianos. (Torres et al., 2020, p. 669)

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

El consumo de alimentos ancestrales como quinua, ha sido objeto de gran atención global, ya que estos alimentos introducen diferentes fuentes de nutrientes en la dieta humana actual, y ayudan a contrarrestar la elevada ingesta de alimentos ultra procesados. Durante más de 5000 años, la quinua es un grano nativo de los Andes sudamericanos, ha sido parte integral de la vida en la región andina. Su presencia en la alimentación se remonta incluso antes de la formación del imperio Tahuantinsuyo, y ha sido consumida en diversas formas, una de ellas es el quispíño.

La quinua, científicamente conocida como *Chenopodium quinoa* Will., es considerada un pseudo cereal. Este alimento completo destaca por su equilibrada composición nutricional saludable, y está libre de gluten lo cual lo hace ideal para personas celiacas o intolerantes al gluten. Adicionalmente, la prevalencia de la enfermedad celiaca (EC) es de 1.2 % (IC 95 %: 0.0–2.4) y se aprecia que el número de personas viviendo con EC en Perú es de 341 783, esta prevalencia es similar al promedio mundial, lo que sugiere que el quispíño podría ofrecerse como una valiosa alternativa en este mercado.

El quispíño es un alimento andino con una rica tradición histórica en su consumo. Sin embargo, su difusión ha sido limitada y su elaboración se realiza de manera artesanal por lo que faltan estudios para demostrar sus cualidades y bondades para el consumidor. Adicionalmente, el color verde amarillento que presenta el quispíño es una percepción humana de la luz reflejada. El color de los alimentos se debe a diferentes compuestos, principalmente orgánicos, que también puede ser medida en forma instrumental más efectiva que en forma visual. El trabajo de investigación, pretende aportar a la generación de conocimientos para los pobladores de la región Puno, revalorar el consumo del quispíño tradicional, para lo cual se tiene como objetivos determinar los parámetros de color L^* , a^* , b^* , cromaticidad C^* y tonalidad H^* para evaluar la influencia de la cal a nivel de la masa cocida y masa cruda del quispíño. Realizar la comparación de la diferencia neta de color (ΔE) entre el L^* , a^* , b^* de la masa cruda y cocida a diferentes

porcentajes de cal con el fin de establecer un estándar conocido. Llevar a cabo una prueba de aceptabilidad del quispiño evaluando el sabor, color, aspecto y olor.

2.2 Enunciados del problema

Dada la exposición de argumentos en la presentación del problema, se ha sugerido abordar las siguientes preguntas:

- ¿Cómo afectan los diferentes niveles de cal a los parámetros de color (L^* , a^* , b^* , cromaticidad C^* y tonalidad H^*) en la masa cocida y cruda del quispiño?
- ¿Existen diferencias significativas en el color del quispiño a diferentes porcentajes de cal?
- ¿Cuál es el grado de aceptabilidad del consumidor en cuanto al sabor, color, aspecto y olor del quispiño a tres porcentajes de cal?

2.3 Justificación

Esta investigación se enfoca en el estudio del quispiño, para el cual se ha planteado tres objetivos específicos los cuales son: 1) Determinar los parámetros de color L^* , a^* , b^* , cromaticidad C^* y tonalidad H^* para evaluar la influencia de la cal a nivel de la masa cocida y masa cruda del quispiño. 2) Realizar la comparación de la diferencia neta de color (ΔE) entre el L^* , a^* , b^* de la masa cruda y cocida a diferentes porcentajes de cal con el fin de establecer un estándar conocido. 3) Llevar a cabo una prueba de aceptabilidad del quispiño evaluando el sabor, color, aspecto y olor.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

- Evaluar la influencia de la cal en la calidad del quispiño, abordando aspectos de color en masa cocida y cruda, comparar la diferencia neta de color entre la masa cruda y cocida a distintos porcentajes de cal, y determinar la aceptabilidad del consumidor en cuanto a sabor, color, aspecto y olor.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar los parámetros de color L^* , a^* , b^* , cromaticidad C^* y tonalidad H^* para evaluar la influencia de la cal a nivel de la masa cocida y masa cruda del quispiño.

- Realizar la comparación de la diferencia neta de color (ΔE) entre el L^* , a^* , b^* de la masa cruda y cocida a diferentes porcentajes de cal con el fin de establecer un estándar conocido.
- Llevar a cabo una prueba de aceptabilidad evaluando el sabor, color, aspecto y olor con el fin de comprender cómo la presencia de cal afecta la percepción del consumidor

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

- La adición de cal impacta en la calidad del quispiño, provocando cambios en el sabor, color, aspecto y olor.

2.5.2 Hipótesis específicas

- La adición de cal afecta significativamente los parámetros de color (L^* , a^* , b^* , C^* y H^*) en la masa cocida y cruda del quispiño.
- Existen diferencias significativas en la diferencia neta de color (ΔE) entre la masa cruda y cocida a diferentes porcentajes de cal.
- La prueba de aceptabilidad para el sabor, color, aspecto y olor revelará las preferencias entre las muestras de quispiño con diversos niveles de cal.

CAPÍTULO III

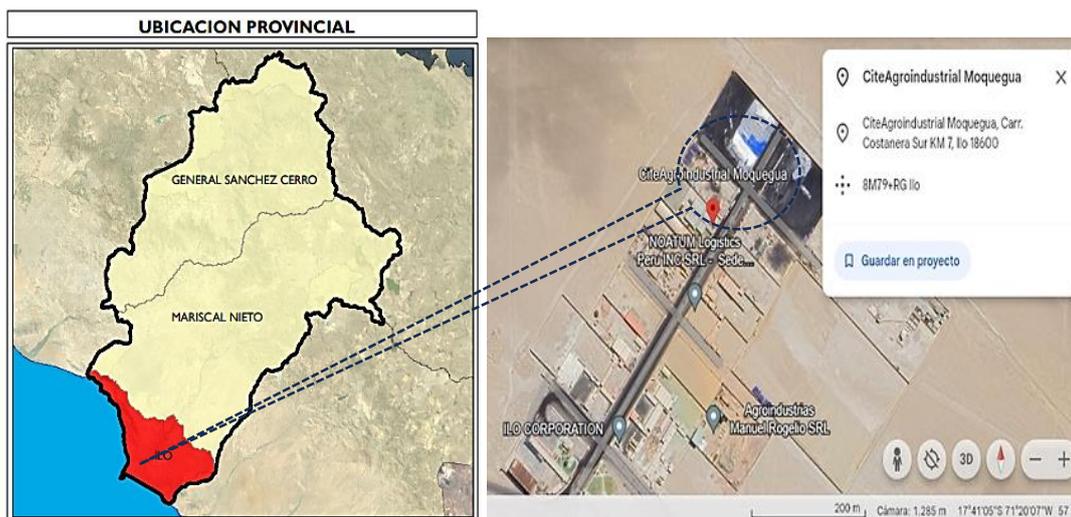
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

La ciudad de Moquegua, situada a una altitud de 1,410 m.s.n.m., es la capital del departamento y se compone de tres provincias: Mariscal Nieto, General Sánchez Cerro e Ilo (Figura 7). (DIRECCIÓN GENERAL PARLAMENTARIA, 2019, p. 5) La elaboración del quispño, los análisis de laboratorio fueron realizados en las instalaciones pertenecientes al Cite Agroindustrial Moquegua, ubicada a 13 m.s.n.m. del distrito de Ilo, con una latitud de 17° 41'04"S 71°20'00"W. (Gorelick et al., 2017, p. 18)

Figura 7

Localización Geográfica de la Provincia de Ilo y del CITE Moquegua



Nota: Extraído de Gorelick et al. (2017, p. 19)

3.2 Población

La población estaría constituida por el consumidor o panelistas que fueron encuestados con el fin de conocer su grado de aceptación al quispño.

3.3 Muestra

La muestra estaría comprendida por el quispño elaborado a diferentes niveles de cal. Para ello se empleó quinua (variedad Salcedo) cultivada entre el 2019 y 2020, en los campos semilleros del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA estación

experimental Agraria ILLPA Puno (15°52'56.6"S 70°00'08.9"W). Después de la cosecha los granos fueron limpiados de impurezas (hojas, perigóneos, fragmentos de tallos, semillas extrañas y otras). La quinua fue de categoría certificada, código de Lote: ILL1-015-19, de pureza varietal del 99.7 %, con un porcentaje de germinación del 93 % en sacos x 25 kg.

3.3.1 Ingredientes

Los otros ingredientes como la sal, cal, anís y aceite vegetal fueron adquiridos del mercado Laykakota de Puno.

3.4 Método de investigación

Dada la problemática abordada en este trabajo, se clasifica como una investigación de tipo Aplicada con un enfoque Cuantitativo, ya que se centra en desarrollar estrategias para evaluar un producto alimenticio sin gluten, entre otros aspectos en el ámbito de estudio. En función de los objetivos establecidos, se ha elegido un diseño de investigación Descriptivo, con el propósito de analizar el impacto de la cal en el quispiño. Se emplearán diversos métodos, como observacional y experimental. (Hernández et al., 2014, p. 5)

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

Con el fin de evaluar la calidad de la materia prima e ingredientes trabajados en la investigación se determinó adicionalmente a los objetivos específicos el tamaño de partícula en la quinua Salcedo y cal en polvo. El color L*, a*, b*, H* y C* en la quinua Salcedo, cal, sal, anís. Adicionalmente se determinó el contenido de calcio en la cal y el contenido de saponina en la quinua perlada. En la sección "Operacionalización de Variables" (Tabla 4) se muestra el esquema experimental de la investigación, se indican las técnicas, mediciones o controles, unidades, tecnología o etapas del proceso, tratamientos utilizados para recopilar información sobre las variables. El proceso de recopilación de datos, su procesamiento, los métodos y el análisis estadístico están organizados de acuerdo con los objetivos específicos. Es relevante subrayar que, para lograr completamente los objetivos establecidos, se ha comenzado con la obtención y tratamiento de información fundamental relacionada con la producción de quispiño y la medición del color en las masas de quispiño, respaldado por la justificación correspondiente.

Tabla 4

Esquema experimental para elaborar quispíño empleando cinco niveles de cal

ETAPAS	MATERIA PRIMA/ RECEPCIÓN	QUINUA PERLADA	HARINA DE QUINUA TOSTADA	PESADO/ MEZCLADO	AMASADO/ FORMADO	COCCIÓN/ ENFRIADO	ENVASADO/ ALMACENAMIENTO
Influencia de la adición de cal en las propiedades cromáticas del quispíño ancestral	Quinua sin procesar (sin lavar) Variedad: Salcedo, Código de Lote: ILL1-015-19 Categoría: Certificada Pureza varietal: 99.7 % Germinación: 93 Campaña agrícola: 2019-2020 Cantidad adquirida: 55 kg	Almacenamiento, Limpieza, clasificación desaponificado/desamargado Lavado/Enjuagado / Secado / Envasado/ Almacenamiento	Recepción, Pesado, Tostado/Enfriado/Molido/ Empacado/Envasado/ Almacenamiento	T ₁ = 0.1 %	T ₁ = 0.1 %		
				T ₂ = 0.3 %	T ₂ = 0.3 %		
				T ₃ = 0.5 %	T ₃ = 0.5 %		
				T ₄ = 0.7 %	T ₄ = 0.7 %		
				T ₅ = 0.9 %	T ₅ = 0.9 %		
CONTROLES	- Calcio (%) en la cal - Tamaño de partícula o diámetro de la quinua y cal - Color L*, a*, b* C* y H* de la quinua, cal	- Contenido de saponina		- Eficiencia del mezclado: Tiempo : 15 minutos	- Color de la masa cruda (L*, a*, b*, C*, H*)	- Color de la masa cocida (L*, a*, b*, C*, H*) - Variación neta del color - ΔE - DCA factorial 2*5 ANOVA	- Embolsado, sellado y almacenamiento a temperatura ambiente en lugar seco y fresco - Prueba de aceptabilidad (Sabor, Color, Aspecto y Olor), aplicación de Friedman y Wilcoxon

3.5.1 Para el objetivo 1: “Determinar los parámetros L*, a*, b*, cromaticidad C* y tonalidad H* para evaluar la influencia de la cal a nivel de la masa cruda y cocida del quispíño

A. Exposición exhaustiva sobre la utilización de materiales, herramientas, suministros y otros elementos

A.1. Insumos: Cal en polvo, sal de mesa, agua potable, anís, grasa vegetal.

A.2. Materiales: Tubos falcon x 10 mL con tapa, fiolas de 2000 mL±0.5mL Pyrex®, micropipeta transferpette® S Einkanal-pipette single – channel pipette Brand® 100-1000 µL y 20-200 µL, mortero de porcelana, Rack 200 y 1000 µL certified RNASE AXYGen. Cubetas Thermo Electron 5225 Verona Road, Madison WI 53711 cell 10 mm Quartz para lectura en espectro, pizeta, pipeta x 10 mL.

A.3. Reactivos: agua destilada.

A.4. Equipos: Vernier, balanza AND GH-252 Max 250 g, $e = 1 \text{ mg}$ $d = 0.01/0.1 \text{ mg}$ *made in Japan*, balanza Adventurer™ Pro OHAUS® modelo Adventurer Pro AV812 SNR 1203190105 max 810 g, $d = 0.01 \text{ g}$ *made in China*. Tamices ASTM con aberturas equivalentes a 2, 1.7, 1.4, 1.18 y 1 mm para quinua y de 0.106, 0.075 y 0.063 mm para la cal en polvo.

B. Determinación del calcio (%) en cal

La identificación del contenido de calcio en la cal utilizada para la fabricación de quispiño fue llevada a cabo por el Laboratorio Cerper del Perú S.A., el cual emitió el Informe de ensayo N° 1-06882/22 (Anexo 2). Patrocinado por la Universidad Nacional Agraria La Molina como parte de una beca obtenida a través de Prociencia.

C. Tamaño de partícula

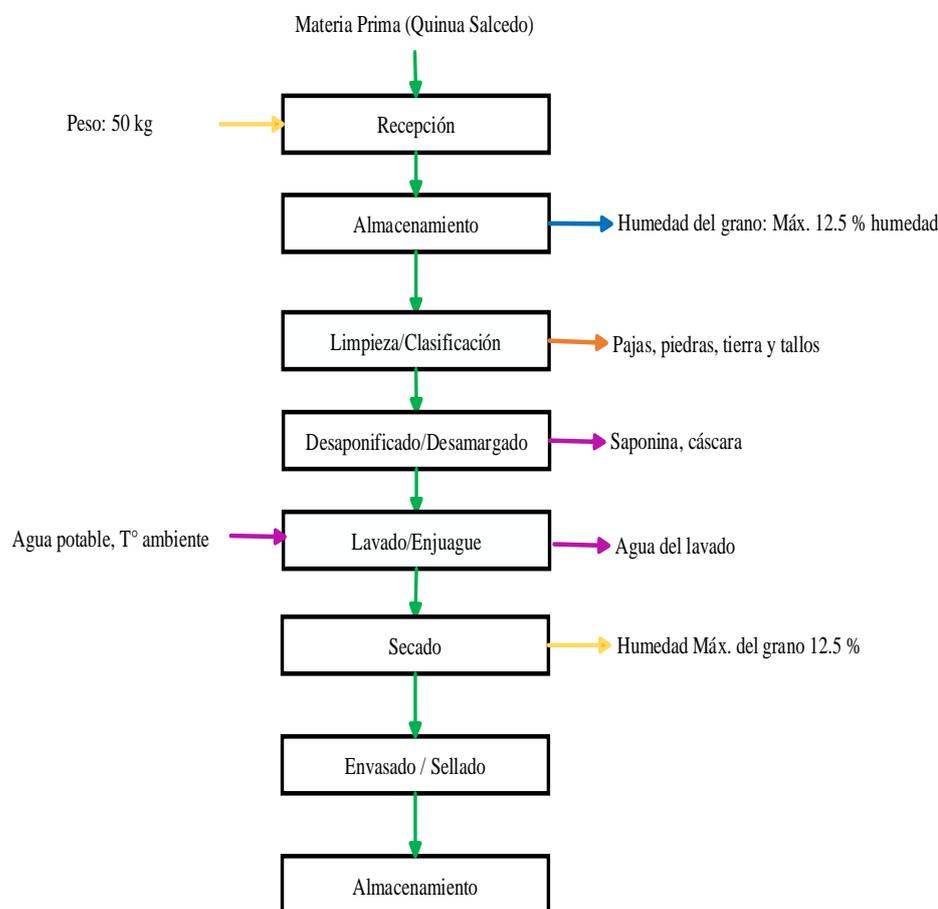
Se determinará el tamaño de partícula en los granos de quinua Salcedo y en la cal en polvo, donde la granulometría será definida siguiendo la metodología descrita en la Norma Técnica Ecuatoriana. (INEM 517, 2012, p. 1) Los datos se expresaron en porcentaje de retención versus número de tamiz.

D. Diseño del muestreo

Para la elaboración del quispiño se adquirió la quinua en estado natural, por lo que se sometió a un proceso de perlada siguiendo el flujo mostrado en la Figura 8, a continuación, se sometió a otro proceso de tostado y molienda con el fin de obtener harina (Figura 9), materia prima para la elaboración del quispiño. Para determinar el porcentaje de cal en el producto, se aplicarán cinco porcentajes basados en el peso de la quinua en grano, utilizando cinco formulaciones establecidas (Tablas del 5 al 9). Estas formulaciones se obtuvieron al preparar el quispiño tradicional utilizando harina de quinua tostada, cal, sal, anís, agua y una cantidad mínima de aceite vegetal únicamente para amasar y dar forma. A estas formulaciones se les adicionará 100 mL de agua.

Figura 8

Secuencia de procesos para la producción de quinua perlada



Nota: Extraído de Repo-Carrasco-Valencia (2011, p. 209)

E. Flujo descriptivo de la quinua perlada

E.1 Recepción

Esta etapa consistió en recibir las semillas certificadas variedad Salcedo adquiridas del INIA tal como se describieron en el ítem 3.3. Luego se pesaron en una balanza eléctrica la cantidad promedio de 50 kg para hacerla procesada para el perlado. (Bergesse et al., 2015, p. 53) En esta etapa se procedió a verificar la humedad de las semillas de quinua mediante el método de la estufa, se verificó que la humedad de la quinua estuviera por debajo de 12.5 %, debido a que la humedad representa uno de los factores clave que contribuye al deterioro de la calidad de los granos durante el almacenamiento, evita la germinación de la quinua y se

caracteriza por una tasa de respiración lo suficientemente baja como para prevenir la generación de calor y el consiguiente deterioro de las semillas. (Hui, 2006, p. 80-3)

E.2 Almacenamiento

El almacenamiento consistió en mantener los granos de quinua para su caracterización y posterior análisis a temperatura ambiental, en una zona limpia, seca y ventilada, sobre parihuelas, sellados herméticamente y etiquetados convenientemente con el fin de mantener la tasa de respiración baja de las semillas de quinua. (Hui, 2006, p. 157-13)

E.3 Limpieza / Clasificación

La limpieza en seco se realizó en forma manual con el fin de excluir las impurezas ajenas al grano que pudiera haber como: pajas, piedras, tierra y tallos. (Bergesse et al., 2015, p. 21) Para lo cual se empleó pipetas de transferencia graduadas de polietileno proporcionan una extracción de 0.8 mL y dispensan 21 gotas/mL. En escala industrial esta etapa se puede realizar en un despedregado en mesa densimétrica el cual elimina las piedras que pudieran haber adheridas a las semillas. La limpieza o clasificación se puede realizar con clasificadores de aire, separadores magnéticos o separadores de criba y clasificadores de forma y tamaño, los cuales se realizan con la finalidad de eliminar impurezas como polvo, restos vegetales y partículas ajenas. (Natalia, 2016, p. 37)

E.4 Desaponificado/Desamargado

El desaponificado o desamargado consistió en efectuar una operación de abrasión mecánica vía seca, en base a fricciones físicas para eliminar el salvado y resulta en un subproducto (salvado de semillas). Este proceso busca la eliminación de las saponinas mientras se preservan los nutrientes y las propiedades físicas de la semilla, se realiza en forma manual en una batea o a nivel industrial mediante el empleo de una escarificadora perladora (Figura 9). El tiempo de perlado se puede limitar a dos minutos, lo cual es suficiente para reducir el contenido de saponinas. (Rafik, Rahmani, Choukr-Allah, et al., 2021, p. 5)

Figura 9

Máquina de perlado de quinua



Nota: Extraído de Rafik -Allah et al. (2021, p. 13)

E.5 Lavado/Enjuague

El lavado o escarificado en húmedo se realizó manualmente empleando agua potable, empleando tinajas de plástico bien limpias, el lavado se realiza por remojo, frotando las paredes externas de los granos con el fin de eliminar la saponina restantes que pudiera haber en los granos, se lavó 2 veces con agua a temperatura ambiente. (Bergesse et al., 2015, p. 75) Luego de este proceso de enjuague la quinua es sometida a un proceso de tamizado para eliminar el agua remanente en los granos para lo cual se empleó una tela bien limpia y fina.

E.6 Secado

La quinua obtenida es sometida a un secado natural, para ello se colocó en un ambiente limpio sobre parihuela, triplay y tela limpia por tres días, el secado se realizó por efecto de los rayos solares efectuando movimientos constantes de los granos de quinua hasta la evaporación de la humedad remanente, posiblemente adheridos a los granos. En caso de aplicar un secado con estufa se aplica una temperatura de 50 °C por aproximadamente 48 horas (hasta humedad constante de 10-15 %).

(Bergesse et al., 2015, p. 49) El secado tiene el objetivo de prevenir la formación de moho y prolongar la vida útil de la semilla. (Rafik, Rahmani, Choukr-Allah, et al., 2021, p. 1) El secado de un sólido implica la reducción de cantidades relativas de agua a niveles aceptables. La eliminación del agua u otros líquidos de los sólidos puede realizarse mecánicamente mediante prensado o centrifugación, o térmicamente a través de vaporización. (Natalia, 2016, p. 37)

E.7 Envasado / Sellado

En esta operación los granos son envasados en bolsas de polipropileno de primer uso y cocidos con una cocedora eléctrica con la finalidad de hermetizar el envase y que la quinua no gane humedad durante el periodo de almacenamiento.

E.8 Almacenamiento

En esta etapa las bolsas de quinua fueron colocadas sobre parihuela con su fecha de producción y vencimiento con el fin tener una buena trazabilidad, son acopiados en el almacén de producto terminado a temperatura ambiente, en un lugar seco y ventilado, protegido del sol. Los granos de quinua perlada serán empleados en el proceso subsiguiente.

F. Flujo descriptivo para obtener harina de quinua tostada

A continuación, se detallan las operaciones llevadas a cabo para obtener harina de quinua, tal como se ilustra en la Figura 10.

Principio del formulario

F.1. Recepción

La etapa de recepción implica extraer la quinua perlada del área de producto terminado con el propósito de evaluar tanto su calidad como su cantidad, con el fin de utilizar para el proceso de molienda.

F.2. Pesado

La fase de pesado implica utilizar una balanza eléctrica para medir el peso de la quinua perlada, registrar dicha medida y calcular los rendimientos correspondientes.

F.3. Tostado

El tostado se realizó en grano limpio, se hecho sobre el sartén un aproximado de 100 g por tanda y se colocaron en un recipiente o sartén con tapa a una temperatura de 149 °C por 10 minutos, efectuando constantes movimientos con la finalidad que no se queme con ayuda de una espátula, luego se efectuó un enfriamiento el cual consistió en dejar enfriar la quinua a temperatura ambiente, después se procedió a su pesado. (Pérez, 2023, p. 14)

F.4. Enfriado

Se ejecuta el proceso de enfriamiento con la finalidad de disminuir la temperatura de los granos tostados. Este enfriamiento se llevó a cabo permitiendo que los granos tostados se enfriaran a temperatura ambiente, posibilitando su manipulación.

F.5. Molido

La etapa de molienda implicó procesar los granos de quinua tostados y enfriados mediante un procedimiento de trituración que se llevó a cabo durante aproximadamente 15 min dependiendo de la cantidad a procesar, utilizando un molino de martillo, aunque también se puede realizar utilizando un molino de hojas. (Bergesse et al., 2015, p. 159) Se empleó una molienda gruesa.

F.6. Empacado/Envasado

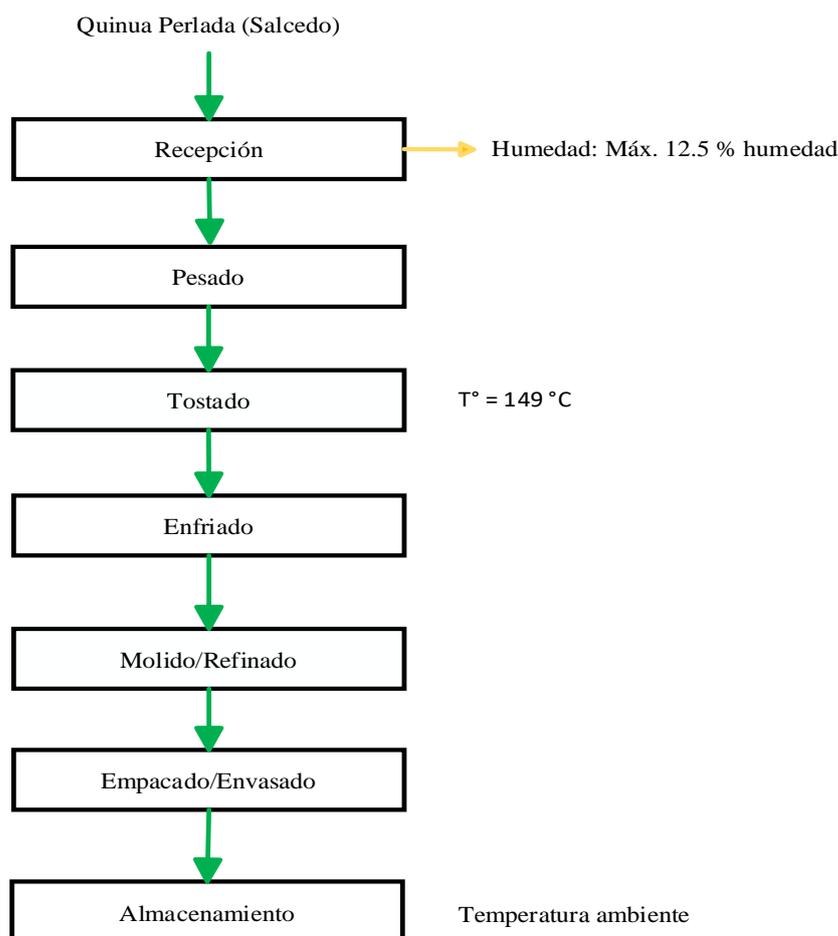
La harina lograda se guardó en bolsas de polietileno de baja densidad diseñadas para uso primario y con un sistema de apertura fácil. Luego, se sellaron herméticamente. (Bergesse et al., 2015, p. 76)

F.7. Almacenamiento

Durante esta fase, la harina de quinua empacada se dispone en un entorno cerrado, resguardado bajo sombra y sobre parihuelas. Se conserva a temperatura ambiente en un lugar seco fresco y ventilado hasta su posterior proceso.

Figura 10

Secuencia de procesos para la producción de harina de quinua tostada



G. Proceso de elaboración del quispiño

Para este proceso se preparará una solución de cal (hidróxido de calcio). Posteriormente, se seguirán los pasos detallados en la Figura 11 para realizar la elaboración del quispiño utilizando harina de quinua tostada.

G.1. Preparación de la solución de cal (hidróxido de calcio)

Medir 0.3 g de cal T₁ (0.1 %) y diluir en 100 mL de agua. Se realizará la mezcla con una espátula durante 2 minutos. Este mismo proceso se repetirá para los demás tratamientos: T₂ (0.3 %), T₃ (0.5 %), T₄ (0.7 %) y T₅ (0.9 %), según lo indicado en la Tabla 6. Al respecto, en la producción artesanal de la mazamorra de quinua y quispiño, platillos tradicionales en los Andes peruanos, el uso que se indica en el Codex Alimentarius en una dosis de uso de acuerdo a las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF). (Codex Alimentarius, 2019, p. 36) Por otro lado, las culturas antiguas de los Aztecas en México desarrollaron la técnica de la nixtamalización, que consiste en cocinar granos enteros de maíz en agua de cal al 0.1 - 0.2 % para obtener granos precocidos.

G.2. Pesado

Durante esta etapa, se realizó la cuidadosa medición de todos los ingredientes según las formulaciones especificadas en las Tablas del 5 al 9, con el objetivo de evaluar el rendimiento. Se empleará una balanza electrónica debidamente calibrada para preparar las cinco formulaciones destinadas a la siguiente fase del proceso.

G.3. Mezclado

Durante este paso, se integró la harina de quinua tostada en un recipiente metálico o bol. Luego, se agrupó los ingredientes en polvo, como la sal y el anís, en una bolsa separada antes de incorporarlos a la mezcla de harina de quinua. Se llevó a cabo una cuidadosa mezcla manual para lograr una uniformidad homogénea entre los ingredientes.

G.4. Amasado / Formado

A continuación, se realizó el amasado de la mezcla, incorporando gradualmente la solución de cal mediante el uso de una cuchara o dosificador con un volumen de 100 mL. Durante esta fase, se observó la alteración en el color de la masa sin cocinar, que pasará de un tono crema

a un tono amarillo-verde debido a la adición de la solución de hidróxido de calcio (se debe tener en cuenta que un exceso de cal podría dar un sabor amargo a la preparación). Posteriormente, se formó manualmente los panecillos, dándoles forma de galletas y untándolos previamente con un poco de aceite vegetal para evitar que la masa se adhiriera a las manos. Cada panecillo se pesó y registró con el fin de caracterizar el producto, seguido de la medición del espesor promedio utilizando una regla o vernier. Finalmente, se colocó en una bandeja o plato de porcelana para la siguiente fase. En este punto, se realizó la medición del color de los panecillos utilizando un colorímetro espectrofotométrico, registrando varias lecturas en la superficie de la masa de quinua sin cocer.

G.5. Cocción

Cocinar al vapor implicó situar el platillo de porcelana con los panecillos crudos (quispiño) sobre un sartén grande con tapa, el cual contiene agua en la parte inferior. Se garantizó que el nivel del agua permanezca por debajo del platillo. Se llevó a cabo la cocción durante un tiempo promedio hasta que los panecillos experimenten su transformación en gel y se volvieron suaves. La gelatinización implicó el hinchamiento (debido a que los gránulos absorben agua durante el proceso), la fusión de los microcristalitos y la lixiviación de parte de la amilosa. Los gránulos abultados permanecieron íntegros al enfriarse, salvo que el sistema se remueva de manera vigorosa. Las suspensiones diluidas de almidón gelatinizado se gelifican de manera similar a la amilosa, es decir, la amilosa lixiviada forma una red en la que quedan atrapados los gránulos hinchados. (Fennema y Tannenbaum, 1974, p. 237) El proceso de cocción es una operación fundamental para la producción del quispiño y requiere ser controlada por lo que se utilizó un reloj para estimar el tiempo. Este proceso prolonga la vida útil al reducir la actividad del agua y desactivar enzimas. Sin embargo, el calor puede generar cambios en el producto, como el pardeamiento no enzimático asociado a la reacción de Maillard. Esta reacción depende de la composición inicial, el tratamiento térmico y el pH. La reacción de Maillard ocurre entre azúcares y aminoácidos, siendo la lisina especialmente susceptible. (Messia et al., 2023, p. 1)

Se controló la temperatura en la superficie interna del panecillo para lo cual se empleó un termómetro infrarrojo en el centro térmico, en la flama y en el agua en ebullición. Al respecto, para productos como el pan, una temperatura interna de alrededor de 90 °C a 95 °C indica que está cocido. (Fennema y Tannenbaum, 1974, p. 1102) Considerar que este valor es a nivel del mar. Luego se mantuvo el fuego a una intensidad media. Para verificar la cocción de los panecillos, se tomó una muestra y se dividió por la mitad. Se realizó una evaluación sensorial para confirmar que cocieron, se procedió a apagar la fuente de calor.

G.6. Enfriado

Los quispiños se enfriaron sacándolos del sartén y colocándolos encima del platillo de porcelana sobre una superficie plana a temperatura ambiente, permitiendo que los quispiños se enfríen por completo en su centro térmico. Se recomienda el uso de protectores o manoplas en las manos para evitar quemaduras.

G.7. Envasado y sellado

Una vez que los panecillos hubieron enfriado, se envasaron dentro de bolsas de polietileno de primera utilización, de color transparente. Estas se sellaron en forma hermética, se etiquetaron para su identificación en operaciones posteriores y se midió el color en la masa cocida.

G.8. Almacenamiento

Las bolsitas con el producto obtenido se colocaron sobre bandejas y se refrigeraron a una temperatura promedio de 5 °C para su almacenamiento hasta su posterior análisis.

Tabla 5

Fórmula de quispiño con un porcentaje de cal de 0.1 %

Fórmula mezcla 1 (cal bajo)	Peso (g)	Porcentaje (%)
Harina de quinua tostada	200	64.7
Cal en polvo (tamizado malla ASTM N° 60)	0.3	0.10
Sal de mesa (tamizada malla A.S.T.M N° 60)	6	1.96
Anís en grano	2	0.96

Agua potable (100 mL)	100	32.56
Total	308	100

Figura 11

Proceso de elaboración del quispiño a cinco niveles de cal

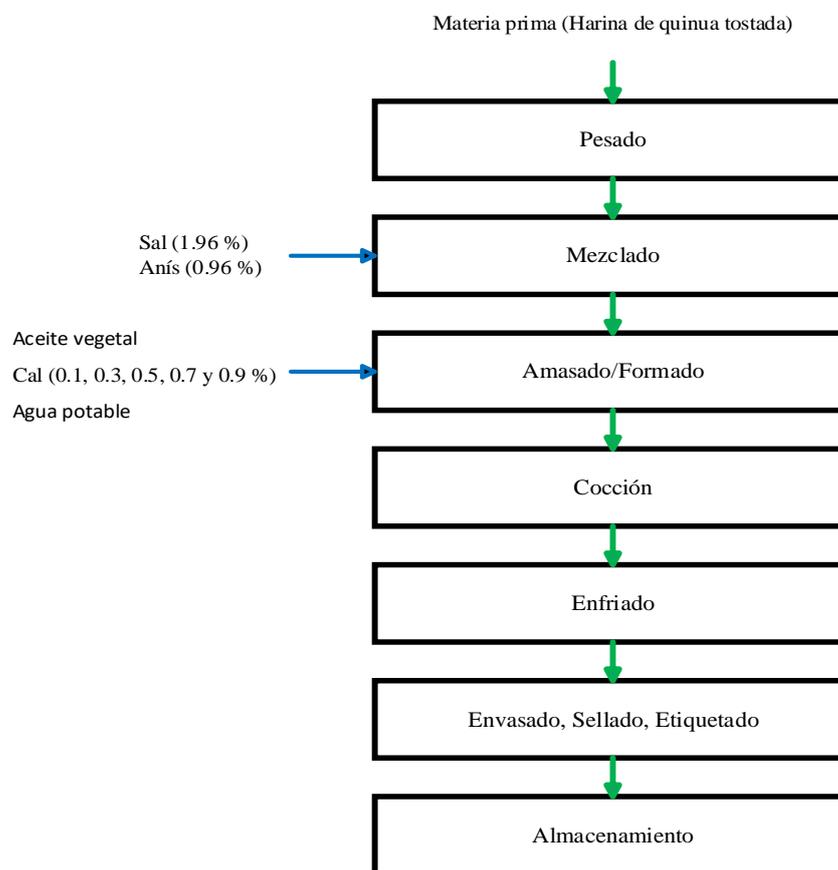


Tabla 6

Fórmula de quispiño con un porcentaje de cal al 0.3 %

Fórmula mezcla 2 (cal bajo)	Peso (g)	Porcentaje (%)
Harina de quinua tostada	200	64.7
Cal en polvo tamizado malla ASTM N° 60	0.6	0.3
Sal de mesa tamizada malla A.S.T.M 60	6	1.96
Anís en grano	2	0.96
Agua potable (100 mL)	100	32.56
Total	309	100

Tabla 7

Fórmula de quispiño con un porcentaje de cal al 0.5 %

Fórmula mezcla 3 (cal bajo)	Peso (g)	Porcentaje (%)
Harina de quinua tostada	200	64.7
Cal en polvo tamizado malla ASTM N° 60	1	0.5
Sal de mesa tamizada malla A.S.T.M 60	6	1.96
Anís en grano	2	0.96
Agua potable (100 mL)	100	32.56
Total	309	100

Tabla 8

Fórmula de quispiño con un porcentaje de cal al 0.7 %

Fórmula mezcla 4 (cal intermedia)	Peso (g)	Porcentaje (%)
Harina de quinua tostada	200	64.7
Cal en polvo tamizado malla ASTM N° 60	1.4	0.7
Sal de mesa tamizada malla A.S.T.M 60	6	1.96
Anís en grano	2	0.96
Agua potable (100 mL)	100	32.56
Total	309	100

Tabla 9

Fórmula de quispiño con un porcentaje de cal al 0.9 %

Fórmula mezcla 5 (con más cal)	Peso (g)	Porcentaje (%)
Harina de quinua tostada	200	64.7
Cal en polvo (tamizado malla ASTM N°60)	1.8	0.9
Sal de mesa (tamizada malla A.S.T.M 60)	6	1.96
Anís en grano	2	0.96
Agua potable (100 mL)	100	32.56
Total	309	100

3.5.2 Para el segundo objetivo: Realizar la comparación de la diferencia neta de color (AE) entre el L*, a*, y b* de la masa cruda y cocida a diferentes porcentajes de cal con el fin de establecer un estándar conocido

A. Propiedades del color

La evaluación de los componentes triestímulo del color en las semillas de quinua, cal en polvo, sal de mesa, anís en granos, quispiño crudo y quispiño cocido se realizará utilizando un espectrofotómetro de color (espectrocolorímetro, Modelo NS800, China). Se registrarán los valores en las coordenadas L*, a* y b*. Se llevará a cabo la calibración utilizando una placa reflectora negra, con un ángulo de observación de 2° e iluminante D65. Estos parámetros de color se pueden obtener a partir de los valores L*, a* y b* (Ecuaciones del 3 al 5):

$$\text{Luminosidad} = L^* \quad (3)$$

$$\text{Tonalidad} = h^* = \arctg \frac{b^*}{a^*} \quad (4)$$

$$\text{Cromaticidad o Pureza} = C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (5)$$

Los parámetros evaluados incluyeron L* (donde L* = 0 representa el negro y L* = 100 representa el blanco), a* (donde -a* indica verde y +a* indica rojo) y b* (donde -b* indica azul y +b* indica amarillo). Además, se determinaron el valor del ángulo de tono (H*) como la representación angular del color, y el valor de croma (C*), que describe la

pureza (saturación) del color. También se calculó la diferencia de color (ΔE) entre los quispiños crudos y cocidos utilizando la ecuación (6), utilizando 3 g por muestra y realizando tres repeticiones para cada muestra. Se siguió la metodología recomendada por (Nayak et al., 2011, p. 574).

$$\Delta E = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

(6)

Donde:

L_1^* , L_2^* , a_1^* , a_2^* , b_1^* y b_2^* son las coordenadas de los parámetros triestímulos de color para las masas crudas y cocidas, respectivamente.

B. Diseño experimental

Para el primer objetivo y con el propósito de poner a prueba la hipótesis de investigación, evaluar la existencia de diferencias significativas y optimizar los tratamientos se llevó a cabo un Diseño Completo al Azar - DCA Factorial de 2X5 (ecuación 7) y se procede a realizar un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significación de $\alpha = 0.05$, los datos recopilados fueron procesados empleando el software estadístico R versión 4.3.2.

Para el segundo objetivo y el ΔE , donde se restó los colores (L^* , a^* y b^*) de la masa cocida menos la masa cruda, los resultados fueron analizados con un DCA, ANOVA para obtener las diferencias significativas y prueba de Tukey entre los resultados de los cinco porcentajes de cal, para lo cual se empleó el software estadístico R versión 4.3.2.

El modelo lineal aditivo es el siguiente para el DCA Factorial 2X5:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, p \text{ (Niveles de factor A)} \\ j = 1, 2, \dots, q \text{ (Niveles de factor B) } \dots (7) \\ k = 1, 2, \dots, r \text{ (repeticiones)} \end{cases}$$

Donde:

Y_{ij} = Es la variable respuesta de la K-ésima observación bajo el j-ésimo nivel de factor B, sujeto al i-ésimo nivel de tratamiento A.

μ = Constante, media de la población a la cual pertenecen las observaciones.

τ_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A.

β_{ij} = Efecto del j-ésimo nivel del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A, en el j-ésimo Nivel del factor B.

ε_{ijk} = Efecto del error experimental, distribuido como $\varepsilon_{ijk} \sim \text{DNI}(0, \alpha^2)$

C. Estructura del Análisis de varianza (ANOVA)

Esta metodología matemática se empleará para descomponer la variación global en sus elementos asociados a fuentes de variación identificadas (Tabla 10).

Tabla 10

Estructura del ANOVA basado en el modelo estadístico lineal

Fuentes de Variación	GL	S.C.	CM	Fc
Tratamientos	t-1	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{Y_{ij}^2}{R} - \frac{Y^2}{abr}$	$\frac{SC_{tratam.}}{t-i}$	$\frac{CM_{tratam.}}{CM_{error}}$
Factor A	a-1	$\sum_{i=1}^a \frac{Y^2}{br} - \frac{Y^2}{abr}$	$\frac{SC_{(A)}}{a-1}$	$\frac{CM_{(A)}}{CM_{error}}$
Factor B	b-1	$\sum_{i=1}^b \frac{Y_{i..}^2}{br} - \frac{Y^2}{abr}$	$\frac{SC_{(B)}}{a-1}$	$\frac{CM_{(B)}}{CM_{error}}$
Interacción AXB	(a-1)(b-1)	$(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{Y_{ij}^2}{r} - \frac{Y^2}{abr}) - (SC_A + SC_B)$	$\frac{SC_{(AB)}}{gl(AB)}$	$\frac{CM_{(AB)}}{CM_{error}}$
Error Experimental	ab(r-1)	Por diferencia	$\frac{SC_{(error)}}{(ab-1)(r-1)}$	
Total	abr-1	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{K=1}^r Y_{ijk}^2 - \frac{Y^2}{abr}$		

Nota: Extraído de Ibañez (2009, p. 103).

D. Descripción de variables a ser analizadas

D.1. Variable Dependiente:

Y_1 : quispño

D.2. Variable Independiente:

X₁: masa cruda (A) y masa cocida (B)

X₂: Porcentajes de cal (0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9 %)

D.3. Controles:

Z₁: Color de la masa cruda, Z₂: Color de la masa cocida

Z₃: Variación neta del color ΔE , Z₄: Prueba de aceptabilidad

D.4. Variables intervinientes: Edad de los panelistas no entrenados

3.5.3 Para el tercer objetivo: Llevar a cabo una prueba de aceptabilidad del quispiño evaluando el sabor, color, aspecto y olor

Consistió en dar a los panelistas tres muestras de quispiño codificadas, elaboradas con tres niveles de cal: 0.5 % (T₃), 0.7 % (T₄) y 0.9 % (T₅). Se les pidió evaluar cinco atributos como son: el sabor, color, aspecto y olor del quispiño los cuales fueron indicados en una ficha de evaluación (Anexo 5). La evaluación sensorial aplicada fue una prueba de aceptabilidad según la escala hedónica de 5 puntos (Tabla 11). (Vásquez et al., 2019, p. 55) Se aplicó la prueba de Friedman y Wilcoxon para evaluar las diferencias entre los tratamientos, utilizando el software estadístico R versión 4.3.2. El panel sensorial estuvo conformado por 40 panelistas no entrenadas, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Tabla 11

Escala hedónica para la evaluación sensorial

Puntaje	Nivel de Aceptación
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Nota: Extraído de Vásquez et al. (2019, p. 55).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Tamaño de partícula de la cal y contenido de calcio

Para la caracterización en la cal empleada en nuestra investigación el tamaño de partícula fue con malla ASTM 230 y el resultado fue de 48 % de retenido mostrando un diámetro de 0.063 mm (Tabla 12). Al respecto, en función del diámetro medio D, pueden obtenerse diferentes tipos de cal viva: cal en trozos grandes ($D < 20$ cm), cal en gujarros ($0.6 \text{ cm} < D < 2.5$ cm), cal molida ($D < 0.25$ cm), cal pulverizada ($D < 10 - 4$ cm), y cal granulada ($D \approx 2.5$ cm). Por los valores obtenidos la cal empleada se clasificaría como cal molida. La cal viva reacciona espontáneamente con agua, y su transporte requiere estrictas medidas de seguridad, dada la fuerte exotermicidad de su reacción de hidratación (1.14 Megajulios por litro liberados por kg de CaO hidratado (Criado et al., 2017, p. 2). Además, se cuantificó la cantidad de calcio en la cal empleada en el estudio, y se obtuvo un valor de 58.4 ± 0.27 g/100g de muestra, según lo detallado en el Informe de ensayo N° 1-06882/22 (Anexo 2). Además, se informó que el color de la cal era de tono cremoso claro.

Tabla 12

Determinación del diámetro de la cal en polvo

N° de Tamiz ASTM	Medida (mm)	Peso (g)	%
140	0,106	15,17	23
200	0,075	18,80	29
230	0,063	31,83	48
Total		65,80	100

La cal, conocida como Katawi en Aymara, desempeña un papel integral en la receta ancestral para la preparación de la mazamorra de quinua con cal, llamada Jucha en Aymara, junto con el Quispiño. Se debe resaltar que: “desde una perspectiva bioquímica, la cal produce un ambiente básico en el que son más solubles las fitohormonas (auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico,

etileno y brasinoesteroides); estas evitan los problemas de desbalance de hormonas durante la menopausia” (Pérez et al., 2016, p. 57). En resumen, la inclusión de cal en la preparación del quispño no solo tiene un significado cultural, sino que también tiene un fundamento bioquímico, al facilitar la solubilidad de fitohormonas que pueden ser beneficiosas para abordar los desafíos hormonales experimentados durante la menopausia.

4.1.2 Color de la sal

La sal de mesa utilizada en este estudio mostró un color promedio con valores de 92.54 en la escala L*, 0.31 en la escala a*, y 2.54 en la escala b* (Tabla 13). Además, se obtuvieron valores de 2.56 para C* y 83.4 para H (Tabla 13). Con base en estos valores, se puede concluir que la sal empleada tenía un alto nivel de claridad, representado por el valor de 92.54.

Tabla 13

Resultados del color de la quinua Salcedo, sal, cal y anís.

Ingredientes	L*	a*	b*	C*	H*
Quinua Salcedo	75,28±0,4	3,41±0,2	22,09±0,3	22,35±0,2	81,23±0,5
Sal tamizada	92,54±0,3	0,31±0,0	2,54±0,0	2,56±0,0	83,04±0,4
Cal en polvo	90,51±0,1	1,10±0,0	9,09±0,2	9,16±0,1	83,08±0,1
Anís en grano	44,82±1,6	2,65±0,8	12,16±0,9	12,46±1,1	77,82±2,9

Los valores exhiben la desviación estándar (\pm DS) de tres repeticiones.

El peso de sal empleada en la fabricación del extruido tipo Quispño fue bajo y se justifica considerando que estudios epidemiológicos sugieren que un consumo elevado de sal (cloruro de sodio) en la dieta puede contribuir a la hipertensión, que a su vez es un constituyente de riesgo interesante en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. (Bibbins-Domingo et al., 2010, p. 591) El Comité de Aspectos Médicos de la Política Alimentaria y Nutricional (COMA) del Reino Unido ha recomendado disminuir la cuantía de sal en la dieta diaria de 9 g/día (equivalentes a 3.6 g/día de sodio) a 6 g/día. (Wyness et al., 2012, p. 258) Esta reducción se consideró un objetivo alcanzable, más que un nivel de consumo óptimo o ideal. La Organización Mundial de la Salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación indican un consumo diario de sal de 5 g/día como directriz mundial. (Pasqualone et al., 2019, p. 576)

4.1.3 Color de los granos de anís (*Pimpinella anisum*)

El color de los granos de anís se registró con valores de 44.82 ± 1.6 , 2.65 ± 0.8 y 12.16 ± 0.9 en las coordenadas L^* , a^* y b^* , respectivamente. Asimismo, se obtuvieron valores de 12.46 ± 1.1 y 77.82 ± 2.9 para C^* y H , respectivamente (Tabla 13). El valor de 2.65 indica que en esta investigación se utilizó anís verde. En un estudio las semillas de *Pimpinella anisum* reportaron un color de 42.00 ± 0.29 %, 3.31 ± 0.04 % y 1.27 ± 0.03 % para L^* , a^* y b^* , respectivamente (Ghissi et al., 2020, p. 1531), estos valores serían cercanos a los obtenidos en nuestra investigación para L^* y a^* , sin embargo, para el valor b^* estaría por debajo. En cuanto a los beneficios del uso del anís, es importante destacar que los residuos del aceite esencial del anís contienen principalmente fenilpropanoides, seguidos de monoterpenos que incluyen tanto hidrocarburos como compuestos fenólicos. Además, se encuentran componentes como el trans-anetol, el cis-anetol, el estragol, el linalol, el α -terpineol y el metil eugenol. Estos compuestos pueden tener propiedades beneficiosas para diversos usos, como en la medicina tradicional y en la producción alimentaria, a causa de sus características aromáticas y potenciales propiedades medicinales (Abdel-Reheem y Oraby, 2015, p. 1), los cuales revelan acciones inhibitorias duraderas frente a una ancha gama de bacterias y hongos, que reprimen el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*; *Salmonella typhi*, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus luteus* y *Candida albicans*. (Al-Bayati, 2008, p. 403)

4.1.4 Resultado de la fracción de saponina en la quinua perlada

Se logró obtener una fracción de saponina del 0.02 ± 0.01 % en la quinua escarificada, lavada y secada de forma natural. Este contenido mínimo lleva a la conclusión de que cumple con los estándares requeridos por la (NTP 205.062, 2014, p. 11) la cual establece como máximo de saponina en quinua deberá ser de ausencia para considerarse como grano de quinua de calidad. Además, indica que los procesos aplicados durante la preparación fueron óptimos y efectivos en la reducción o eliminación de la saponina en la quinua, lo que es un aspecto relevante para garantizar su idoneidad para el consumo humano. En los experimentos realizados por Rafik et al. (2021, p. 1) se probaron cinco diferentes tiempos de perlado (0, 2, 4, 6, 7 y 8 min) utilizando una máquina perladora de fabricación

local. Los resultados obtenidos revelaron que una duración de perlado de tan solo dos minutos fue suficiente para reducir significativamente el contenido total de saponina. Para la variedad Puno, la reducción fue del 0.49 % al 0.09 %, para la variedad Titicaca se redujo del 0.37 % al 0.07 %, y para la variedad ICBA-Q5 se redujo del 0.57 % al 0.1 %. En una investigación realizada por Ward (2000, p. 1), se efectuó una selección de plantas de quinua con el fin de analizar la transmisión hereditaria del contenido de saponina de una generación a otra en la quinua en su estado natural. En este estudio, se observó una reducción gradual en el nivel de saponina; sin embargo, el porcentaje de plantas que contenían menos de 1 mg/g de saponina en los granos aumentó del 3,57 % en la primera generación (S₁) al 11,1 % en la cuarta generación (S₄).

4.1.5 Determinación del diámetro de las semillas de quinua

A. Diámetro de la quinua

A partir de una selección al azar representativa de 484.15 ± 5.59 g, que representa el 100 % de la quinua Salcedo, se considera tamaño de granos medianos a los diámetros entre 1.70 a 1.40 mm de (NTP 205.062, 2014) con 85 % guardado en el tamiz ASTM 14 (1.41 mm), en nuestro caso el diámetro se establece en malla ASTM 12 (1.70 mm) con 66.16 % (Tabla 14). En una investigación llevada a cabo por De Bock et al. (2021, p. 4), se observó las longitudes de las semillas de quinua variaron entre 1.65 y 2.25 mm, mientras que sus anchos se estimaron de 1.50 a 1.99 mm. Estos datos dieron como resultado una relación entre la longitud y el ancho que se situó en el intervalo de 1.09 a 1.14. Estos hallazgos indican que las semillas no poseen una forma de circunferencia perfectamente uniforme, lo que destaca la variabilidad en sus dimensiones naturales.

Tabla 14

Evaluación de la dimensión de partícula de los granos de quinua Salcedo

N° de Tamiz ASTM	Diámetro en mm	Peso Promedio (g)	%
10	2.00	0.08±0.02	0.02
12	1.70	320.3±0.95	66.16
14	1.40	137.6±2.13	28.42
16	1.18	23.42±2.13	4.84
18	1.00	0.72±0.08	0.15
Descarte	-	2.03±0.28	0.42
Total		484.15±5.59	100

4.1.6 Identificación del color de la quinua Salcedo y cal

A. Identificación del color de la quinua

A.1 Identificación del color L*

El color de la quinua Salcedo fue crema. En la escala L* (blanco), se registró un promedio de 75.28 ± 0.4 para las muestras analizadas (Tabla 13). (Chadha et al., 2021) reportaron 33.08 ± 0.37 para granos de quinua orgánica cruda en Nueva Zelanda, valor menor al reportado en esta investigación, lo cual se atribuye a la diferencia de variedad empleada, el cual en nuestro caso sería de color más claro. Para harina de quinua el L* fue de 84.87 ± 1.5 , valor más alto a la semilla Salcedo, esto se atribuye al hecho de que se trató de quinua molida (Dussán-Sarria et al., 2019). Es importante recordar que la blancura en los alimentos fluctúa en una escala de L*=0 (negro) a L*=100 (blanco). Estas diferencias en los datos se deben a las variaciones en las variedades y granulometrías utilizadas en los experimentos.

A.2 Identificación del color a*

En la escala de coordenadas triestímulo de a*, que se extiende desde -a* (representando el verde) hasta +a* (que indica el rojo), se encontró un valor de 3.41 ± 0.2 para la quinua Salcedo (Tabla 13). Esto contrasta con los valores informados por otros autores, que registraron 0.5 ± 0.14 para la quinua orgánica (Chadha et al., 2021, p. 6) y 1.33 ± 0.22 para la harina de quinua. (Dussán-Sarria et al., 2019, p. 6) Estos resultados

divergentes resaltan las variaciones en la coordenada a^* entre diferentes tipos de quinua y productos derivados, subrayando la influencia de las variedades y las condiciones de procesamiento en las características de color. Valores altos en la coordenada a^* indican presencia de carotenoides en el alimento. En la quinua Salcedo, se observó que esta variedad reportó el valor más alto en esta coordenada, lo que sugiere que esta quinua puede ser rica en carotenoides, compuestos que no solo influyen en el color del alimento, sino también poseen ventajas para la salud por su contenido de antioxidantes y otros nutrientes importantes. (Rojas-Garbanzo et al., 2016, p. 4)

A.3 Identificación del color b^*

Los resultados del color b^* ($-b^*$ azul y $+b^*$ amarillo) fue de 22.09 ± 0.3 en quinua Salcedo (Tabla 13). Para quinua orgánica de Nueva Zelanda el b^* fue de 11.2 ± 0.17 (Chadha et al., 2021, p. 6) y para harina de quinua fue de 14.87 ± 0.5 . (Dussán-Sarria et al., 2019, p. 6) Estos valores son menores al reportado en nuestra investigación, representan un comportamiento hacia la tonalidad azul. Este fenómeno tiene un impacto significativo en la fabricación de pastas, dado que las harinas experimentarán otros procesos térmicos y mecánicos, como la extrusión, lo que, a su vez, provocará cambios adicionales en los carotenoides. Estas modificaciones resultarán en nuevas tonalidades y afectarán directamente la calidad sensorial de las pastas alimenticias. (Masatcioglu et al., 2014, p. 2565; Ruiz-Ruiz et al., 2008, p. 1803)

A.4 Identificación del color C^*

El valor C^* fue de 22.35 ± 0.2 para quinua Salcedo (Tabla 13), este valor indica el nivel de croma o saturación del color. Se observa que a mayores valores de a^* y b^* , se obtienen valores más altos de C^* . Para la harina de quinua el valor de C^* fue de 14.9 ± 0.5 , valor por debajo del encontrado en nuestra investigación y se atribuye a las diferentes variedades empleadas. (Dussán-Sarria et al., 2019, p. 6)

A.5 Identificación del color H*

En cuanto al ángulo de tono (H*), los valores medios fueron de 81.23 ± 0.5 para quinua Salcedo (Tabla 13), para harina de quinua el H* fue de 84.8 ± 0.7 (Dussán-Sarria et al., 2019, p. 6), valor similar al reportado, lo que indica que las dos presentan un misma relación o cociente entre los valores de a^* y b^* , es decir presentan la misma tonalidad o matiz. El ángulo de tono H* representa el color verdadero, eficaz para la visualización de la apariencia del color de los productos alimenticios. (Robles-Sánchez et al., 2013, 242) Valores de la diferencia total de color igual o superior a cinco hace notoria la disparidad del color entre dos alimentos (Gonnet, 1999, p. 389).

B. Identificación del color de la cal

El color de la cal en polvo fue de blanco grisáceo y los resultados L^* , a^* y b^* fueron de $90,51 \pm 0,1$, $1,10 \pm 0,0$ y $9,09 \pm 0,2$, respectivamente. Además, se obtuvieron valores de $9,16 \pm 0,1$ y $83,08 \pm 0,1$ para C^* y H^* (Tabla 13).

4.1.7 Para el objetivo 1: Determinar los parámetros L^* , a^* , b^* , cromaticidad C^* y tonalidad H^* para evaluar la influencia de la cal a nivel de la masa cocida y cruda del quispiño

A. Resultados de L^* en las masas de quispiño a cinco niveles de cal

Del DCA factorial de 2×5 (masas por porcentajes de cal), el ANOVA nos indica diferencias altamente significativas en L^* (Claridad o blanco) en la masas cocida y cruda a los cinco niveles de cal evaluados y sus interacciones (p-valor $< 2.22e-16$) (Anexo 7). Los valores de p-valor muy bajos indicaron que estas diferencias no son aleatorias (Tabla 15).

Tabla 15

ANOVA para L en masas crudas y cocidas a cinco niveles de cal*

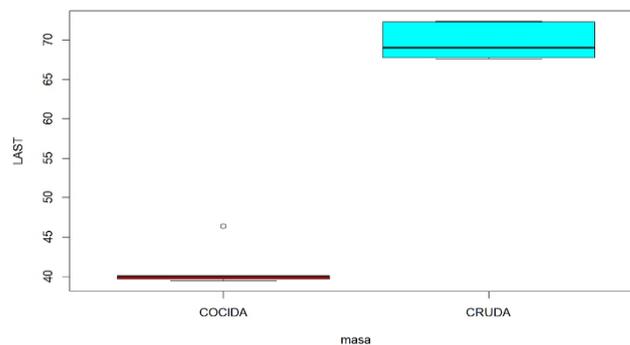
Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
Masas	1	6171.936	6171.936	7557473.061	<2.22e-16	***
% de cal	4	137.582	34.396	42117.035	<2.22e-16	***
Masa: % de cal	4	31.277	7.819	9574.623	<2.22e-16	***
Residuales	20	0.016	0.001			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 CV. = 0.05 %

En la Figura 12, se puede observar que el L* promedio general es de 55.44, adicionalmente la masa cocida del quispiño muestra una menor claridad de 44.10, que la masa cruda de 69.79.

Figura 12

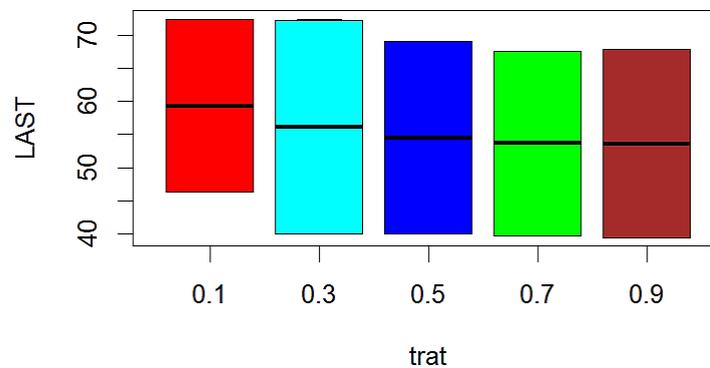
Comportamiento de la masa de quispiño frente al color L (donde L* = 0 representa el negro y L* = 100 representa el blanco). (Masa cocida de 41.1 y masa cruda de 69.79).*



En la Figura 13, se observa que la claridad del quispiño disminuye con forme aumenta el porcentaje de cal, los resultados de L* fueron de 59.32, 56.12, 54.48, 53.67 y 53.61 a 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9 % de cal, respectivamente. Se destaca que a 0.7 y 0.9 % de cal la claridad es casi similar en comparación a los otros porcentajes.

Figura 13

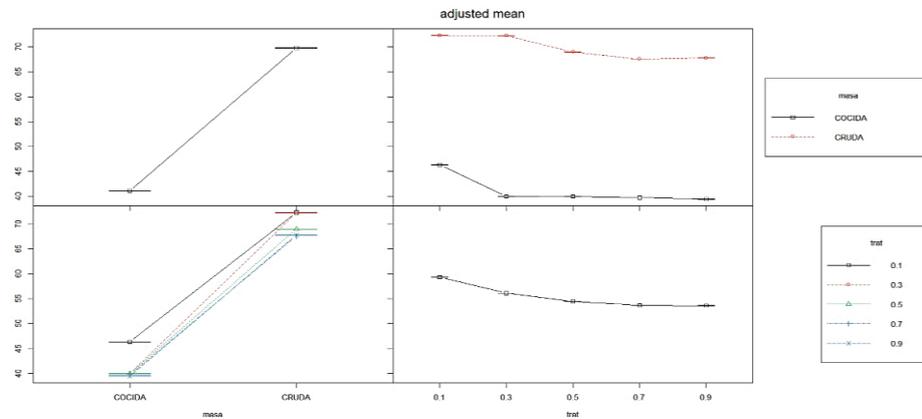
Comportamiento de los porcentajes de cal frente al color L^ (donde $L^* = 0$ representa el negro y $L^* = 100$ representa el blanco).*



En la Figura 14, se muestra los resultados de regresión lineal del color L^* entre las masas del quispiño y cinco porcentajes de cal (donde $L^* = 0$ representa el negro y $L^* = 100$ representa el blanco), de los cuales se obtuvo una diferencia de la claridad entre los porcentajes de cal, masa cruda y cocida a cinco porcentajes de cal. Los L^* fueron de 46.33, 40, 39.98, 39.75 y 39.44 para la masa cocida y de 72.32, 72.24, 68.99, 67.59 y 67.78 para la masa cruda, ambos resultados a 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9 % de cal, respectivamente. Al respecto, (Agama-Acevedo et al., 2004) realizaron un estudio de obtención de almidón con y sin el proceso de nixtamalización y encontraron diferencias en la luminosidad, tonalidad y pureza entre ellos.

Figura 14

Regresión lineal del color L^* entre las masas del quispiño y cinco porcentajes de cal (donde $L^* = 0$ representa el negro y $L^* = 100$ representa el blanco)



B. Resultados del color L^* en la masa cocida

En el Anexo 10 se muestra Análisis de coeficientes para el color L^* en la masa cocida donde se obtuvo que el análisis de coeficientes para el modelo que relaciona el color L^* en la masa cocida con las variables porcentaje de cal y cal 2, los cuales fueron altamente significativos, la significancia estadística del intercepto sugiere que este valor estimado es diferente de cero, a un R^2 ajustado de 0.84. En la masa cocida el óptimo fue de 0.67 % de cal para el L^* (Anexo 7).

C. Resultados del color L^* en la masa cruda

De los resultados de los coeficientes estimados para masa cruda en un modelo de regresión lineal se obtuvo que existen diferencias altamente significativas entre el intercepto y diferencia significativa entre los porcentajes de cal, a un R^2 ajustado de 0.86 como se muestra en el Anexo 10 Análisis de coeficientes para masa cruda y L^* . De la optimización del diseño se obtuvo un 1.30 % de cal para masa cruda. Al respecto en el estudio de almidones de maíz con y sin nixtamalización mostraron una luminosidad menos blanca en almidón de maíz nixtamalizado, esto se atribuye a la reacción de tipo Maillard a pH alcalino producido en la nixtamalización. (Moreno et al., 2003, p. 189)

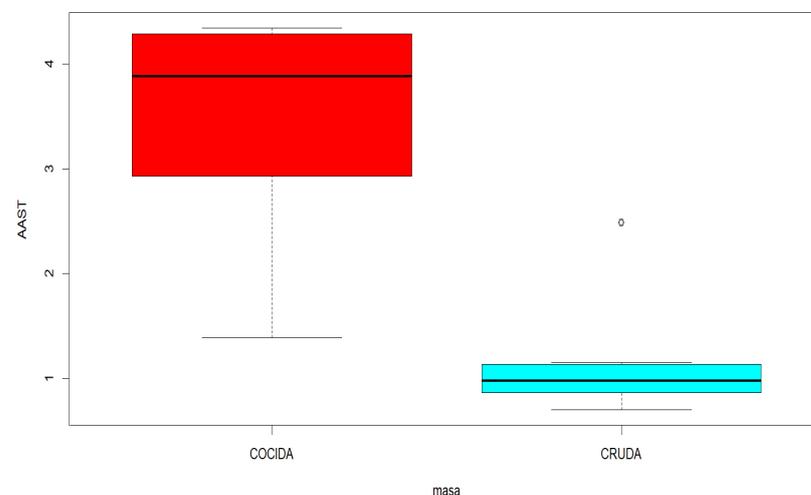
D. Resultados ANOVA del color a^* en las masas de quispiño a cinco niveles de cal

El DCA factorial de 2×5 (masas por porcentajes de cal) y el ANOVA indicaron que los datos fueron altamente significativos estadísticamente entre la masas, porcentaje de cal, y su interacción masa por porcentaje de cal en a^* como se muestra en el Análisis de varianza en el Anexo 10 y la corrida de todos los datos en general se puede ver en el Anexo 7.

En la Figura 15 se puede observar que el a^* general fue de 2.31, el a^* en la masa cocida fue de 3.381, el cual tiende a la dimensión roja (+a). El a^* en la masa cruda fue de 1.234, valor menor a la masa cocida y con tendencia a la dimensión verde.

Figura 15

Comportamiento de la masas cocida y cruda vs los valores del color a^ (donde $-a^*$ indica verde y $+a^*$ indica rojo)*



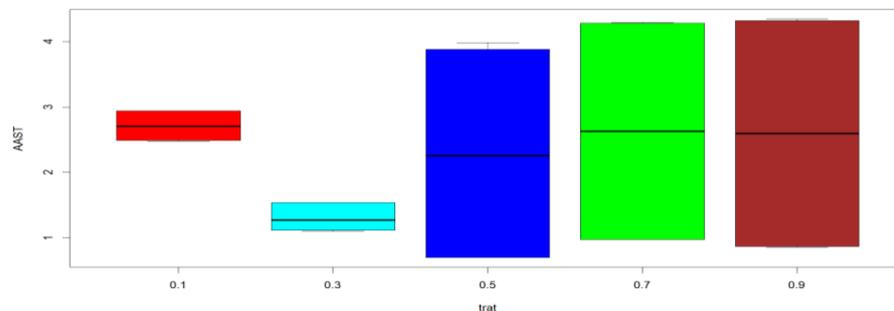
En la Figura 16 se observa los valores de a^* a cinco porcentajes de cal los cuales fueron de 2.71, 1.31, 2.29, 2.63 y 2.59 a 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9 % de cal, respectivamente. Estos valores son diferentes en todos los porcentajes de cal. Se podría decir que a 0.7 y 0.9 % de cal, el color de la masa de quispiño tiende a la dimensión roja. De la figura 16 se obtuvo valores de a^* de 2.933, 1.490, 3.880, 4.277 y 4.323 para masa cocida y de

2.487, 1.123, 0.710, 0.983 y 0.867 para masa cruda a 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9 % de cal, respectivamente.

En las interacciones de la masas del quispíño con los tratamiento o cinco niveles de cal se indica que los valores de a^* fueron de 2.933, 1.49, 3.88, 4.277 y 4.323 para la masa cocida y de 2.487, 1.123, 0.710, 0.983 y 0.867 para la masa cruda a un 0.1, 0.3, 0.5, 0.5 y 0.9 % de cal, respectivamente como se observa en la Figura 17.

Figura 16

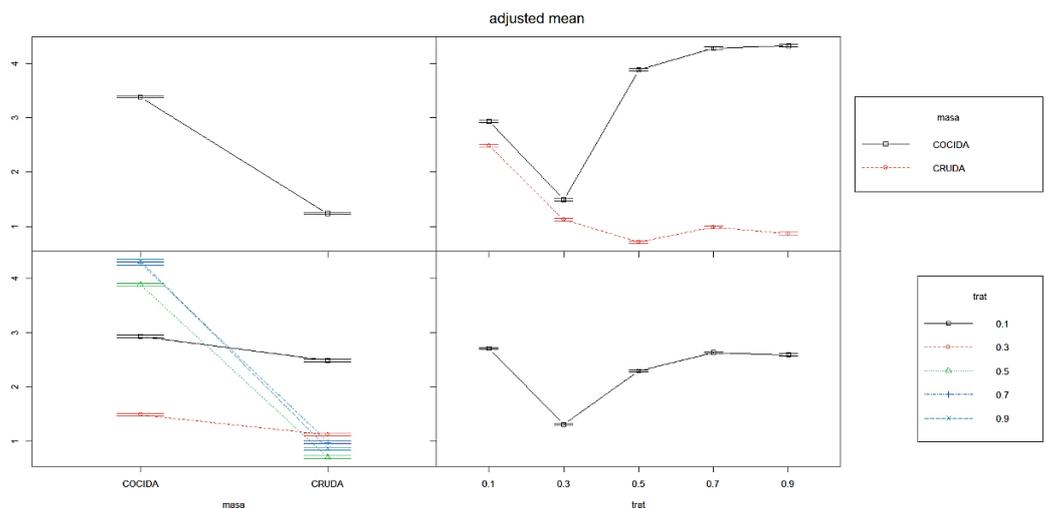
Comportamiento de los porcentajes de cal versus el color a^ (donde $-a^*$ indica verde y $+a^*$ indica rojo)*



Figura

17

Regresión lineal del color a^* en las masas del quispíño a diferentes porcentajes de cal (donde $-a^*$ indica verde y $+a^*$ indica rojo)



E. Resultados del color a^* en la masa cocida

En el Anexo 10 se muestra el ANOVA para F-parciales de a^* en la masa cocida, la cual indica que los datos de porcentaje de cal los cuales muestras una diferencia significativa entre los porcentajes de cal.

Del análisis de coeficientes para masa cocida en el intercepto se obtuvo diferencia significativa y no se obtuvo ningún óptimo a una R^2 de 0.48 como se muestra en el Anexo 10 Análisis de coeficientes para masa cocida y a^* .

F. Resultados de color de a^* en la masa cruda

El análisis de varianza en los datos de masa cruda indicó que existe una diferencia altamente significativa tanto para los porcentajes de cal y cal 2 como se muestra en el Anexo 10 ANOVA para F-parciales en masa cruda.

En el Anexo 10 se observa el Análisis de coeficientes para masa cruda se del cual el análisis de coeficientes para la masa cruda en la cual se obtuvo que si existe diferencia estadísticamente significativa entre el intercepto, porcentaje de cal y cal 2, a un R^2 ajustado de 0.89, en el cual también se indica el óptimo de color a^* fue de 0.65 para la masa cruda. En otro trabajo de tortillas de maíz fabricadas de harina de maíz azul extruidas con nixtamalización mostraron que las tortillas de harina nixtamalizada presentaron más baja coordenadas a^* y b^* , lo que indica que estos chips de tortilla tendían a ser de color azul. (Sánchez-Madrigal et al., 2014, p. 143)

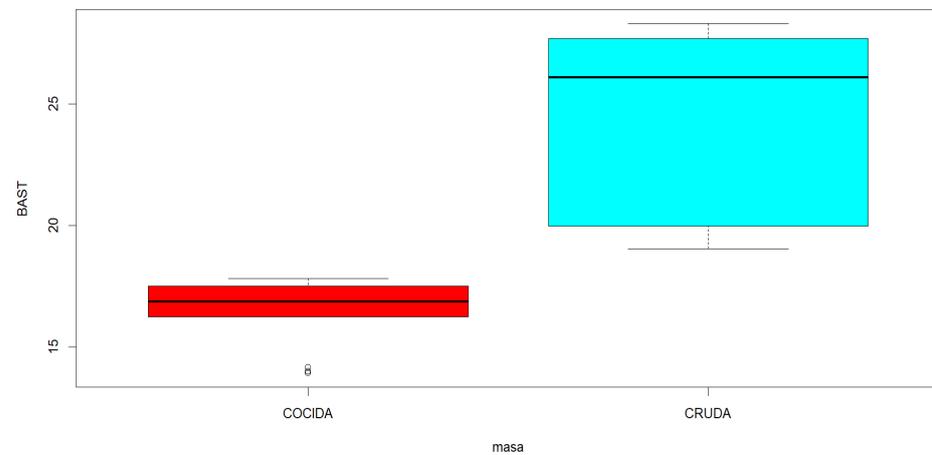
G. Resultados de la evaluación del color en b^* en las masas de quispiño a cinco niveles de cal

Del DCA factorial de 2×5 (masas por porcentajes de cal) se obtuvo el ANOVA de los datos los cuales indicaron que existe diferencias altamente significativas estadísticamente entre la masas de quispiño, porcentajes de cal y su interacción mostrado en el Anexo 10 ANOVA para b^* . El valor promedio de los datos para b^* fue de 20.36.

En la Figura 18 se observa que la masa de quispiño cocida tiende a la dimensión azul (-b), diferente comportamiento a la masa cruda, la cual tiende a la dimensión amarilla (+b). EL valor de b^* en la masa cocida es de 16.481 y para masa cruda es de 24.236, este último valor es mayor al de la masa cocida.

Figura 18

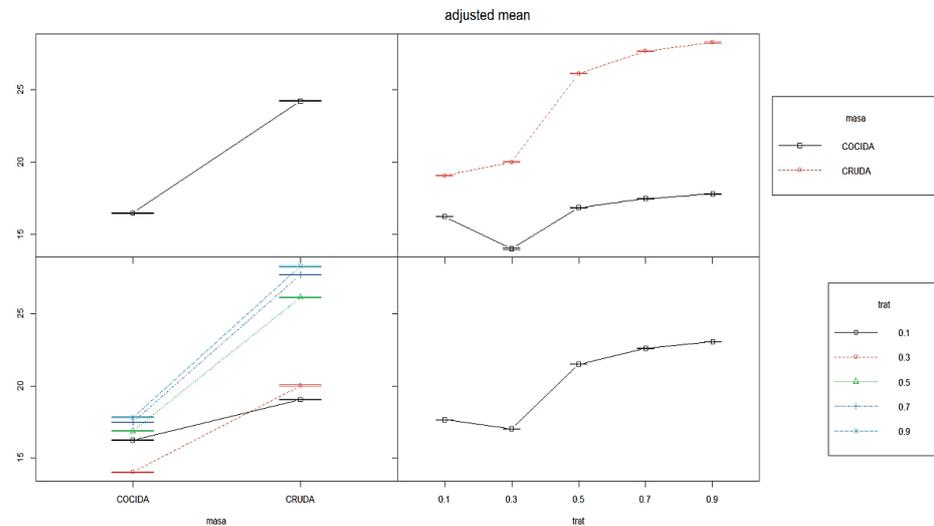
Comportamiento de la masa de quispiño vs valores del color b^ (donde $-b^*$ azul y $+b^*$ indica amarillo)*



En la Figura 19 se observan valores de b^* de 16.243, 14.017, 16.860, 17.477 y 17.807 para la masa cocida y de 19.060, 20.017, 26.133, 27.693 y de 28.277 para la masa cruda a 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9 % de cal, respectivamente.

Figura 19

Regresión lineal del color b^ en las masas del quispino a diferentes porcentajes de cal (donde $-b^*$ indica azul y $+a^*$ indica amarillo)*



H. Resultados de b^* para la masa cocida

En el análisis de varianza entre los tratamientos % de cal se obtuvo que existe diferencia significativa para el color b^* en la masa cocida tal como se aprecia en el Anexo 10 ANOVA para F-parciales en masa cocida.

Del análisis ANOVA para los coeficientes en masa cocida se obtuvo que el intercepto tiene diferencia altamente significativa para el color b^* , a un R^2 de 0.47, se obtuvo que el valor óptimo de b^* para fue de 0.18 en la masa cocida, ver Anexo 10.

I. Resultado de b^* para masa cruda

Del ANOVA efectuada a los tratamientos o porcentajes de cal y cal 2 se obtuvo una diferencia significativa alta en cuando a porcentaje de cal ver el Anexo 10 ANOVA para F-parciales de la masa cruda.

Del análisis de coeficientes para masa cruda el cual indica que existe diferencia altamente significativa entre el intercepto, porcentaje de cal y cal2 con un R^2 de 0.90. El valor óptimo para b^* es de 1.2 en la masa cruda. Ver el Anexo 10 ANOVA para F-parciales de la masa cruda.

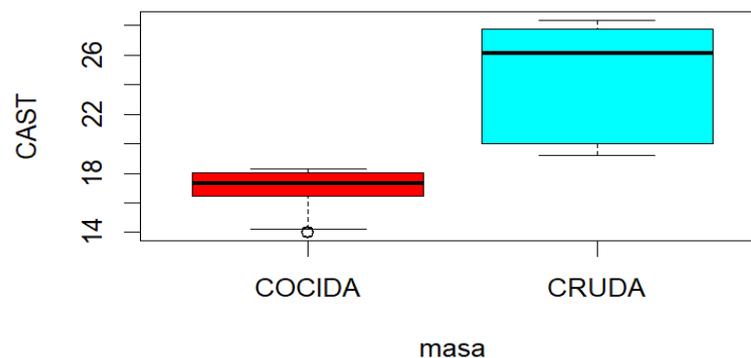
J. Resultados de la evaluación del color en C* en las masas de quispiño a cinco niveles de cal

Del DCA factorial de 2X5 (masas por porcentajes de cal) tenemos el ANOVA donde se obtuvo que los datos fueron altamente significativos estadísticamente para las masas de quispiño, el porcentaje de cal y su interacción ver el Anexo 10 ANOVA para C*.

En la Figura 20 se observa el valor promedio general del C* fue de 20.56, para la masa cocida el valor C* fue de 16.842 y de la masa cruda fue de 24.283, respectivamente. Este último valor fue mayor.

Figura 20

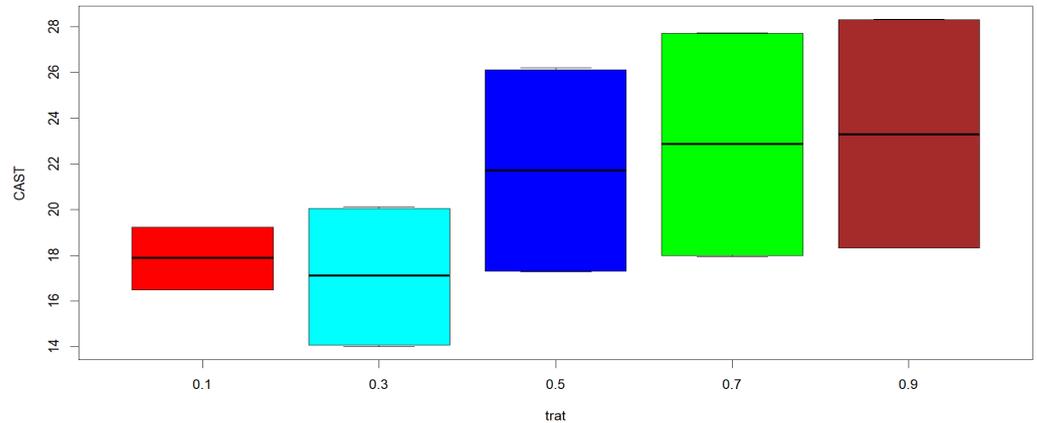
Comportamiento de la masas de quispiño vs valores del color C (pureza o saturación del color)*



En la Figura 21 se muestra valores de C* a cinco porcentajes de cal los cuales fueron de 17.863, 17.070, 21.722, 22.850 y 23.308 a 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9 % de cal, de estos datos se puede observar que a medida que aumento el porcentaje de cal la saturación del quispiño también aumenta.

Figura 21

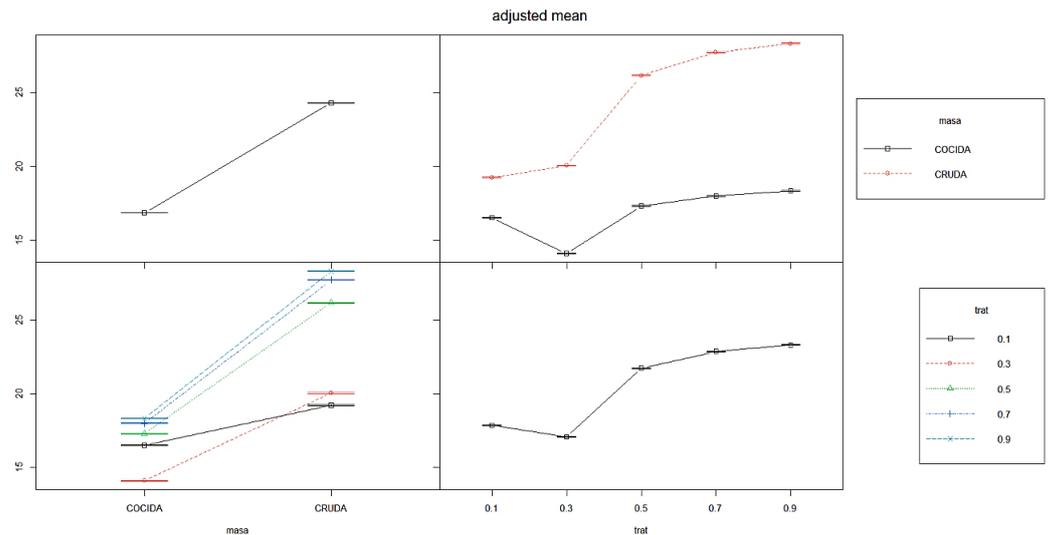
Comportamiento de los porcentajes de cal vs el color C (pureza o saturación)*



En la Figura 22 se observa los valores C* de 16.503, 14.093, 17.300, 17.990 y 18.323 para a masa cocida y de 19.223, 20.047, 26.143, 27.710 y 28.293 para la masa cruda a 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9 % de cal. De estos resultados se puede observar que existe diferencia entre los valores de saturación de la masa cocida y la masa cruda.

Figura 22

Regresión lineal del color C (pureza o saturación) en las masas del quispño a diferentes porcentajes de cal*



K. Resultados de C* en la masa cocida

Del ANOVA para datos de saturación en el quispiño se obtuvo que existe diferencia significativa entre los porcentajes de cal como se aprecia en el Anexo 10 ANOVA para F-parciales de C* en masa cocida.

De igual forma sucede en el análisis de coeficientes existe diferencia altamente significativa en el intercepto (ver Anexo 10 Análisis de coeficientes C* para masa cocida), el R² ajustado fue de 0.48, el óptimo fue de 0.14 para C* (pureza o saturación) en la masa cocida.

L. Resultados de C* para masa cruda

Del ANOVA se obtuvo que existe diferencia altamente significativa para los porcentajes de cal en la saturación del quispiño de la masa cruda ver el Anexo 10 ANOVA de la masa cruda en C*.

Se obtuvo diferencias altamente significativas entre los porcentajes de cal. En el análisis de coeficientes (ver Anexo ANOVA de la masa cruda en C*) se obtuvo diferencias altamente significativas entre el intercepto y el porcentaje de cal a un R² ajustada de 0.899, el óptimo para C* de la masa cruda fue de 1.2 como se muestra en el Análisis de coeficientes para masa cruda (Anexo 1).

M. Resultados de la evaluación del color en H* (Tonalidad) en las masas de quispiño a cinco niveles de cal

Del DCA factorial de 2X5 (masas por porcentajes de cal) y el ANOVA en cuanto a la tonalidad, se obtuvo que la masa de quispiño, los porcentajes de cal y su interacción presentaron diferencias altamente significativas estadísticamente (ver Anexo 10 ANOVA para H*). De la Figura 23 se observa que el H* promedio global fue de 82.735 y que el H* para masa cocida fue de 78.67 y para masa cruda fue de 86.80, respectivamente. Siendo este último valor mayor al de la masa cocida.

En la Figura 24 se obtuvo que el H* fue de 81.16, 85.36, 82.74, 82.11 y 82.30 para 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9 % de cal, de este resultado se

puede concluir que a 0.7 y 0.9 % en cuanto al H^* presenta un comportamiento similar.

Figura 23

*Comportamiento de la masas de quispiño vs valores del color H^**

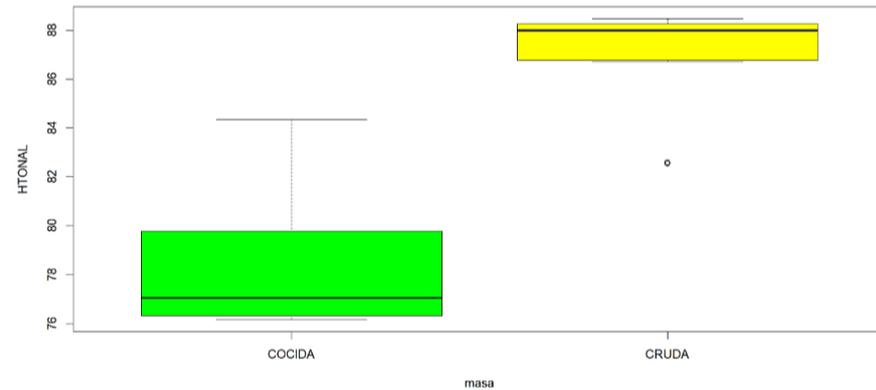
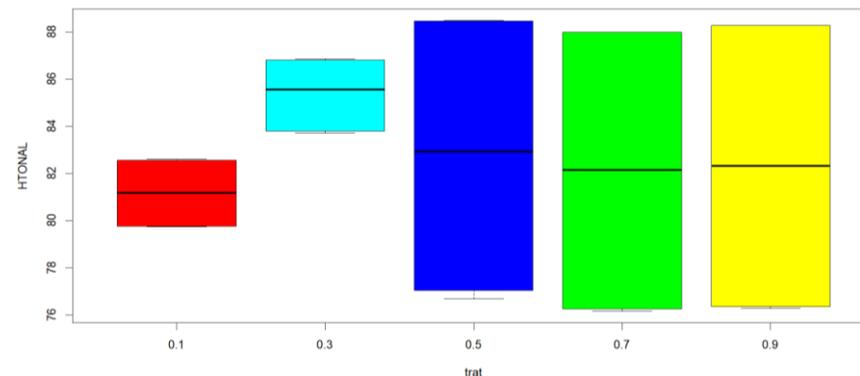


Figura 24

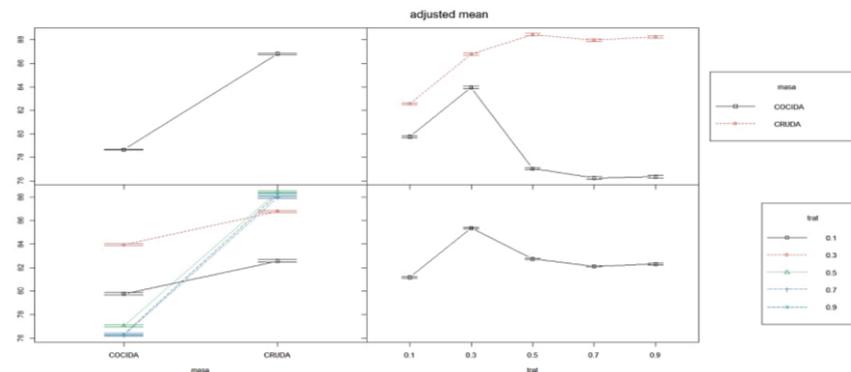
*Comportamiento de los porcentajes de cal vs el color H^**



De la Figura 25 se tuvo que los valores de H^* fueron de 79.76, 83.95, 77.04, 76.24 y 76.34 para la masa cocida y de 82.56, 86.78, 88.44, 87.97 y 88.25 para la masa cruda ambos a 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9 % de cal, respectivamente.

Figura 25

Regresión lineal de H en las masas del quispiño a diferentes porcentajes de cal*



N. Resultados de H* en masa cocida

Del ANOVA para los porcentajes de cal en masa cocida indica que existe una diferencia significativa como se ve en el Anexo 10 ANOVA en masa cocida para H*. Similar respuesta se obtuvo del ANOVA de F-parciales entre los porcentajes de cal y cal2 (Anexo 10 ANOVA para F-parciales en masa cocida para H*).

O. Resultados de H* para la masa cruda

El análisis de coeficientes para masa cruda el cual indica que existe diferencia altamente significativa entre el porcentaje de cal ver Anexo 10 ANOVA en masa cruda. El mismo comportamiento se observa del ANOVA para F-parciales de la masa cruda (ANEXO 10), el cual muestra los porcentajes de cal y cal2, con un R² de 0.4, no hubo valor óptimo.

Del análisis de varianza para la masa cruda en cuanto al H* en la cual se observa que existe diferencia significativa entre los porcentajes de cal (Anexo 10 Análisis de coeficientes para masa cruda). El análisis de coeficientes para masa cruda, el cual indica que existe diferencia altamente significativa entre el intercepto y los porcentajes de cal para la tonalidad con un R² ajustado de 0.94. El valor óptimo obtenido fue de 0.68 para H* en la masa cruda y el análisis de color en masa cruda y masa cocida a cinco porcentajes de cal. Con dichos resultados se realizó en análisis DCA

factorial 2X5 desarrollado anteriormente. Los parámetros de coloración medidos sobre los quispiños crudo y cocido se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16

Parámetros de coloración medidos sobre los quispiños crudo y cocido

Tratamientos (% Cal)	L*	a*	b*	H*	C*
Quinua	75.28±0.43	3.41±0.16	22.09±0.3	81.23±0.5	22.35±0.2
Quispiño crudo					
T ₁ (0.1)	72.32±0.02	2.49±0.01	19.06±0.02	82.57±0.03	19.22±0.02
T ₂ (0.3)	72.24±0.04	1.12±0.03	20.02±0.07	86.78±0.07	20.05±0.07
T ₃ (0.5)	68.99±0.03	0.71±0.02	26.13±0.07	88.44±0.02	26.14±0.07
T ₄ (0.7)	67.59±0.02	0.98±0.01	27.69±0.02	87.97±0.01	27.71±0.02
T ₅ (0.9)	67.78±0.03	0.87±0.01	28.28±0.05	88.25±0.01	28.29±0.05
Quispiño cocido					
T ₁ (0.1)	46.32±0.01	2.93±0.01	16.24±0.02	79.76±0.03	16.50±0.02
T ₂ (0.3)	39.99±0.04	1.49±0.09	14.02±0.12	83.95±0.35	14.09±0.12
T ₃ (0.5)	39.98±0.02	3.88±0.10	16.86±0.05	77.04±0.36	17.30±0.03
T ₄ (0.7)	39.75±0.05	4.28±0.02	17.47±0.05	76.24±0.07	17.99±0.04
T ₅ (0.9)	39.44±0.00	4.32±0.02	17.81±0.01	76.34±0.05	18.32±0.01

Letras diferentes dentro de una misma columna muestran diferencias significativas entre valores ($p < 0,05$). Los datos se informan como la media de tres repeticiones ($n=3$) \pm desviación estándar (DE).

En la Tabla 17 se presenta la optimización de las variables donde el factor tipo de masa es un factor cuantitativo, y el porcentaje de cal, nos da una ecuación de segundo grado lo que indica que el óptimo es de 0.7 % de cal en L* en masa cocida con una correlación R^2 de 83.97 %, similar comportamiento se presenta en a* y H*, respectivamente, lo que nos indica que es un modelo bueno, con buen ajuste por lo que se sugiere para posteriores trabajos de investigación emplear este porcentaje.

Tabla 17

Óptimos de las variables

Variable	Masa	Ecuación estimada	Óptimos	R ²
L*	Cocida	$Y = 48.1937 - 28.12L + 21.113L^2$	0.67	83.97
	Cruda	$Y = 73.9437 - 11.1414L + 4.279L^2$	1.30	85.75
a*	Cocida	$Y = 2.2885 + 1.0214A + 1.7619A^2$	0.00	47.87
	Cruda	$Y = 3.0444 - 7.3686A + 5.6786A^2$	0.65	89.23
b*	Cocida	$Y = 15.7103 - 1.8614B + 5.1548B^2$	0.18	47.04
	Cruda	$Y = 16.0986 + 22.5252B - 9.4702B^2$	1.20	90.39
C*	Cocida	$Y = 15.8594 - 1.5352C + 5.3036C^2$	0.14	47.89
	Cruda	$Y = 16.3116 + 21.8481C - 8.9464C^2$	1.20	89.92
H*	Cocida	$Y = 81.6774 - 3.5871H - 3.6845H^2$	0.00	41.33
	Cruda	$Y = 80.6222 + 24.1609H - 17.8809H^2$	0.68	94.25

4.1.8 Para el segundo objetivo: Realizar la comparación de la diferencia neta del color (ΔE) entre el L*, a*, b* de la masa cruda y cocida a diferentes porcentajes de cal con el fin de establecer un estándar conocido

A. Diferencia neta del color entre los tratamientos de quispño

Se realizó un ANOVA para evaluar la diferencia neta del color (ΔE) entre distintos tratamientos de quispño. La ΔE mostró una variabilidad significativa entre los tratamientos (Anexo 3 y 4). Esto sugiere que al menos un tratamiento tiene un impacto significativo en la variable ΔE . De la prueba de Tukey se obtuvo las diferencias significativas entre las medias de los tratamientos (Anexo 3). Las letras asignadas a las medias indican grupos homogéneos. Grupos con letras comunes no muestran diferencias significativas (Tabla 18). Las medias con letras comunes (por ejemplo, a, b, c) no difieren significativamente entre sí (0.3, 0.5 y 0.9 % de cal), mientras que las medias con letras diferentes son estadísticamente distintas (0.7 y 0.1 % de cal). Esto nos señala que hay una diferencia de color entre los quispños (Gonnet, 1999). La diferencia máxima de variación de color fue a 0.3 % de cal cuyo valor fue de 32.80 ± 0.03 (Figura 26). La variabilidad significativa en ΔE entre los tratamientos revela que la

elección de los porcentajes de cal (% Cal) tiene un impacto sustancial en el producto final (Figura 27).

En conclusión, estos resultados respaldan la importancia de considerar cuidadosamente el porcentaje de cal en el proceso de quispiño para garantizar resultados de coloración consistentes y deseados. En otros estudios, la ΔE entre las tortillas de maíz extruidas y nixtamalizadas a concentración de hidróxido de calcio de 1 %, fue de 66.96 (Sánchez-Madrugal et al., 2014, p. 144) y la ΔE entre dos variedades de harina de quinua fue de 43.64. (Dussán-Sarria et al., 2019, p. 6) En ambos casos la ΔE fueron mayores con respecto a nuestros resultados para el quispiño, lo cual se podría atribuir a que emplearon mayor porcentaje de cal de 1 % en su investigación. El hidróxido de calcio es utilizado en el procesamiento de alimentos, obtención de harina de maíz nixtamalizada y extruida y en el procesamiento de bocadillos de maíz de harinas nixtamalizada. (Sánchez-Madrugal et al., 2014, p. 144; Zambrano-Zaragoza et al., 2013, p. 38)

Figura 26

Diferencia neta de color (ΔE) entre los tratamientos de quispiño. En la figura, se indican diferencias significativas entre los valores mediante letras distintas ($p < 0,05$). Los resultados se presentan como la media obtenida a partir de tres repeticiones ($n=3$).

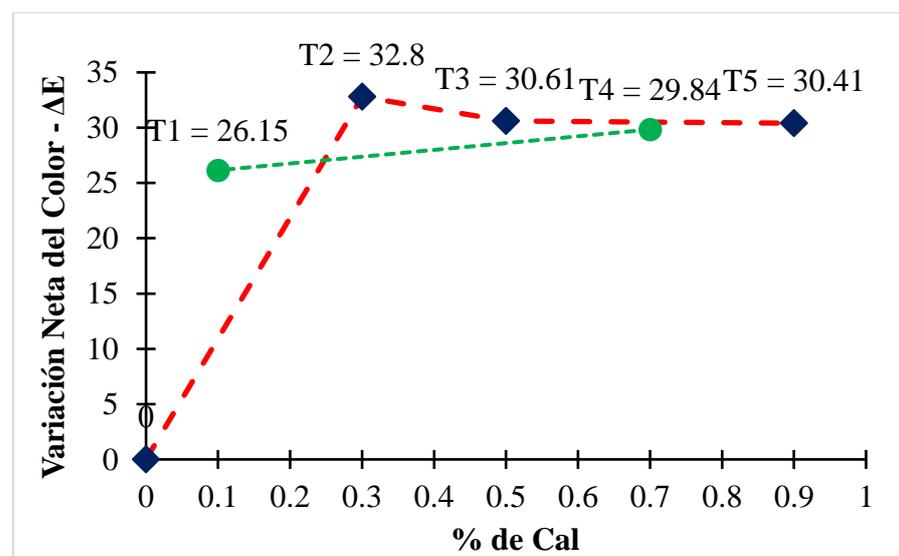


Tabla 18

Diferencia neta de color (ΔE) entre diferentes niveles de cal en el quispiño

Tratamientos	% de Cal	ΔE
T ₀	0	0
T ₂	0.3	32.80±0.03 ^a
T ₃	0.5	30.61±0.02 ^b
T ₅	0.9	30.41±0.01 ^c
T ₄	0.7	29.84±0.03 ^d
T ₁	0.1	26.15±0.02 ^e

4.1.9 Para el tercer objetivo: Llevar a cabo una prueba de aceptabilidad del quispiño evaluando el sabor, color, aspecto y olor

La evaluación sensorial se realizó según la escala hedónica para tres porcentajes de cal 0.5, 0.7 y 0.9 % (Figura 27), empleando 40 panelistas. Ulteriormente se procesaron los datos con la prueba de Friedman para establecer cuál de los tratamientos tiene mayor aceptación. Se obtuvieron los siguientes resultados (Anexo 9).

Figura 27

Quispiño a tres porcentajes de cal



0.5 % de cal

0.7 % de cal

0.9 % de cal

A. En cuanto al sabor

La prueba de Friedman indicó que hay una diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto al sabor (p -valor = 0.001997). El análisis post hoc con la prueba de Wilcoxon mostró que hay una diferencia significativa en el sabor entre 0.5 y 0.9 % (p -valor = 0.0009), y entre 0.7 y 0.9 % (p -valor = 0.0031). Por lo que se puede concluir que el quispiño con 0.5 % y 0.7% no mostraron diferencias significativas entre ellos pero sí el quispiño con 0.9 % de cal mostró diferencias significativas con 0.5 y 0.7 % de cal.

B. Color

La prueba de Friedman indicó que no hay una diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto al color (p -valor = 0.1367). El análisis post hoc no mostró diferencias significativas en las comparaciones de color entre tratamientos.

C. Aspecto

La prueba de Friedman indicó que hay una diferencia significativa en cuanto al aspecto (p -valor = 0.03672). El análisis post hoc con la prueba de Wilcoxon mostró una diferencia significativa en el aspecto entre el quispiño con 0.5 y 0.9 % de cal (p -valor = 0.0365), y entre 0.7 y 0.9 % (p -valor = 0.0173). Por lo que los quispiños con 0.5 y 0.7 % de cal no mostraron diferencias significativas entre ellos. El quispiño con 0.9 % muestra diferencias significativas con 0.5 y 0.9 % de cal.

D. Olor

La prueba de Friedman indicó que hay una diferencia significativa en cuanto al olor del quispiño (p -valor = 0.03641). El análisis post hoc con la prueba de Wilcoxon mostraron una diferencia significativa en cuanto al olor entre los quispiños con 0.5 y 0.9 % de cal (p -valor = 0.0097). Por lo que se concluye que el quispiño con 0.9 % de cal mostraron diferencias significativas con 0.5 y 0.7 % de cal.



En función de estos resultados obtenidos, podríamos considerar que los quispiños con 0.9 % de cal se destaca en términos de sabor y olor, y los quispiños con 0.5 y 0.7 % de cal son similares entre sí pero diferentes de 0.9 % de cal en cuanto al aspecto y sabor.

CONCLUSIONES

- Tras analizar el color de la masa cruda del quispiño a diversos niveles de cal, se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en todas las variables (L^* , a^* , b^* , C^* , H^*). Este patrón se mantuvo consistente incluso tras el proceso de cocción, respaldado por rigurosas pruebas de normalidad y homogeneidad. Concluyendo, el tratamiento T_4 como la opción óptima en términos de calidad de color del producto final.
- En cuanto a la diferencia neta del color, se obtuvo diferencias significativas en dos muestras de cal entre el nivel más bajo y el tratamiento cuatro, lo cual nos sugiere que la elección de los porcentajes de cal tiene un impacto sustancial en el cambio de color del quispiño. Este hallazgo es crucial para comprender y optimizar el proceso de quispiño, ya que ciertos tratamientos pueden resultar en cambios de color más pronunciados que otros.
- De la evaluación sensorial realizada se obtuvo que los quispiños con mayor contenido de cal destacaron en términos de sabor y olor, y fueron diferentes a los quispiños con menores contenidos de cal en cuanto al aspecto y sabor.



RECOMENDACIONES

- En futuras investigaciones se recomienda realizar una evaluación de la capacidad antioxidante posterior al proceso de cocción con el fin de medir las potenciales pérdidas. Se recomienda estimar el contenido de gluten en el quispiño.
- Se sugiere investigar sobre el contenido de cal durante el proceso de almacenamiento e investigar dosificando el porcentaje de anís.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdel-Reheem, M. A. T., & Oraby, M. M. (2015). Anti-microbial, cytotoxicity, and necrotic ripostes of *Pimpinella anisum* essential oil. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 335–340. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2015.10.001>
- Abugoch, L. E. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional, and functional properties. In *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 58). Academic Press Inc. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1)
- Agama-Acevedo, E., Ottenhof, M. A., Farhat, I. M., Paredes-López, O., Ortiz-Cereceres, J., & Bello-Pérez, L. A. (2004). *Efecto de la nixtamalización sobre las características moleculares del almidón de variedades pigmentadas de maíz* (Vol. 29).
- Aguiar, E. V., Santos, F. G., Centeno, A. C. L. S., & Capriles, V. D. (2022a). Defining Amaranth, Buckwheat and Quinoa Flour Levels in Gluten-Free Bread: A Simultaneous Improvement on Physical Properties, Acceptability and Nutrient Composition through Mixture Design. *Foods*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/foods11060848>
- Akhtar, Y., Yeoung, Y. R., & Isman, M. B. (2008). Comparative bioactivity of selected extracts from Meliaceae and some commercial botanical insecticides against two noctuid caterpillars, *Trichoplusia ni* and *Pseudaletia unipuncta*. In *Phytochemistry Reviews* (Vol. 7, Issue 1, pp. 77–88). <https://doi.org/10.1007/s11101-006-9048-7>
- Al-Bayati, F. A. (2008). Synergistic antibacterial activity between *Thymus vulgaris* and *Pimpinella anisum* essential oils and methanol extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(3), 403–406. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.12.003>
- Alice, A., Albuquerque, C., Sorenson, A. L., & Leal-Cardoso, J. H. (1995). Effects of essential oil of *Croton zehntneri*, and of anethole and estragole on skeletal muscles. In *Journal of Ethnopharmacology* (Vol. 49).
- Ando, H., Chen, Y.-C., Tang, H., Shimizu, M., Watanabe, K., & Mitsunaga, T. (2002a). Food Components in Fractions of Quinoa Seed. In *Food Sci. Technol. Res* (Vol. 8, Issue 1).

- Ando, H., Chen, Y.-C., Tang, H., Shimizu, M., Watanabe, K., & Mitsunaga, T. (2002b). Food Components in Fractions of Quinoa Seed. In *Food Sci. Technol. Res* (Vol. 8, Issue 1).
- Baldera, K., Chaupis-Meza, D., Cárcamo, C., Holmes, K., & García, P. (2020). Population seroprevalence of celiac disease in urban areas of Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 37(1), 63–66. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.371.4507>
- Banco Central de Reserva del Perú. (2019). *Puno: Síntesis de actividad económica*.
- Banu, I., & Aprodu, I. (2022). Investigations on Functional and Thermo-Mechanical Properties of Gluten Free Cereal and Pseudocereal Flours. *Foods*, 11(13). <https://doi.org/10.3390/foods11131857>
- Bastidas, E., Roura, D., Massanés, T., & T. Gomis. (2016). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), from Nutritional Value to Potential Health Benefits: An Integrative Review. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 06(03). <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000497>
- Bazile, D., Bertero, D., & Nieto, Carlos. (2014). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. *FAO y CIRAD*, 1–34.
- Bergesse, A. E., Boiocchi, P. N., Calandri, E. L., Cervilla, N. S., Gianna, V., Guzmán, C. A., Miranda, V., Patricia, P., Montoya, P. A., & Mufari, J. R. (2015). *Aprovechamiento integral del grano de quinua*.
- Berti, C., Riso, P., Monti, L. D., & Porrini, M. (2004). In vitro starch digestibility and in vivo glucose response of gluten-free foods and their gluten counterparts. *European Journal of Nutrition*, 43(4), 198–204. <https://doi.org/10.1007/s00394-004-0459-1>
- Bibbins-Domingo, K., Chertow, G. M., Coxson, P. G., Moran, A., Lightwood, J. M., Pletcher, M. J., & Goldman, L. (2010). Projected Effect of Dietary Salt Reductions on Future Cardiovascular Disease. *New England Journal of Medicine*, 362(7), 590–599. <https://doi.org/10.1056/nejmoa0907355>

- Bielecka, J., Markiewicz-żukowska, R., Puścion-Jakubik, A., Grabia, M., Nowakowski, P., Soroczyńska, J., & Socha, K. (2022). Gluten-Free Cereals and Pseudocereals as a Potential Source of Exposure to Toxic Elements among Polish Residents. *Nutrients*, *14*(11). <https://doi.org/10.3390/nu14112342>
- Brady, K., Ho, C. T., Rosen, R. T., Sang, S., & Karwe, M. V. (2007). Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. *Food Chemistry*, *100*(3), 1209–1216. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.001>
- Brita, A. R., De La Cruz, E., Muñoz-Centeno, L. M., Córdor, R., León, R., & Carhuaz, R. (2022). Food and Medicinal Uses of Ancestral Andean Grains in the Districts of Quinua and Acos Vinchos (Ayacucho-Peru). *Agronomy*, *12*(5). <https://doi.org/10.3390/agronomy12051014>
- Calizaya, F., Gómez, L., Zegarra, J., Pozo, M., Mindani, C., Caira, C., & Calizaya, E. (2023). Unveiling Ancestral Sustainability: A Comprehensive Study of Economic, Environmental, and Social Factors in Potato and Quinoa Cultivation in the Highland Aynokas of Puno, Peru. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(17). <https://doi.org/10.3390/su151713163>
- Chadha, D., Young, O., Otter, D., & Kam, R. (2021). Physical analysis of friction cooked RTE snacks. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, *69*. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102643>
- Codex Alimentarius. (2019). *Nombres genéricos y sistema internacional de numeración de aditivos alimentarios*. http://www.fao.org/ag/agn/agns/jecfa_index_es.asp
- Colque-Little, C., Amby, D. B., & Andreasen, C. (2021). A review of chenopodium quinoa (Willd.) diseases—an updated perspective. In *Plants* (Vol. 10, Issue 6). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/plants10061228>
- Coțovanu, I., Mironeasa, C., & Mironeasa, S. (2023a). Nutritionally Improved Wheat Bread Supplemented with Quinoa Flour of Large, Medium and Small Particle Sizes at Typical Doses. *Plants*, *12*(4). <https://doi.org/10.3390/plants12040698>
- Criado, Y. A., Huille, A., Rougé, S., Abanades, C. A., CSIC-INCAR, & Pintado, F. (2017). Experimental investigation and model validation of a CaO/Ca(OH)₂

fluidized bed reactor for thermochemical energy storage applications. *Chem Eng J*, 1–40.

Cronquist. (1997). *Introducción a la botánica*.

De Bock, P., Van Bockstaele, F., Muylle, H., Quataert, P., Vermeir, P., Eeckhout, M., & Cnops, G. (2021). Yield and nutritional characterization of thirteen quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*) varieties grown in north-west europe—part i. *Plants*, 10(12), 2689. <https://doi.org/10.3390/PLANTS10122689/S1>

Di Nardo, G., Villa, M. P., Conti, L., Ranucci, G., Pacchiarotti, C., Principessa, L., Raucci, U., & Parisi, P. (2019). Nutritional deficiencies in children with celiac disease resulting from a gluten-free diet: a systematic review. *Nutrients*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/nu11071588>

DIRECCIÓN GENERAL PARLAMENTARIA. (2019). *Carpeta Georeferencial Región Moquegua Perú*.

Dong, J., Huang, L., Chen, W., Zhu, Y., Dun, B., & Shen, R. (2021). Effect of heat-moisture treatments on digestibility and physicochemical property of whole quinoa flour. *Foods*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/foods10123042>

Dussán-Sarria, S., Hurtado-Hurtado, D. L., & Camacho-Tamayo, J. H. (2019). Granulometry, functional properties and color properties of quinoa and peach palm fruit flour. *Informacion Tecnologica*, 30(5), 3–10. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000500003>

El Khoury, D., Balfour-Ducharme, S., & Joye, I. J. (2018). A review on the gluten-free diet: Technological and nutritional challenges. In *Nutrients* (Vol. 10, Issue 10). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu10101410>

Estivi, L., Pellegrino, L., Hogenboom, J. A., Brandolini, A., & Hidalgo, A. (2022). Antioxidants of Amaranth, Quinoa and Buckwheat Wholemeals and Heat-Damage Development in Pseudocereal-Enriched Einkorn Water Biscuits. *Molecules*, 27(21). <https://doi.org/10.3390/molecules27217541>

Fennema, W. R., & Tannenbaum, S. R. (1974). *Introducción a la química de los alimentos* (S/A).

- Gargiulo, L., Grimberg, Á., Repo-Carrasco-Valencia, R., Carlsson, A. S., & Mele, G. (2019). Morpho-densitometric traits for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seed phenotyping by two X-ray micro-CT scanning approaches. *Journal of Cereal Science*, *90*. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102829>
- Gee, J. M., Wortley, G. M., Johnson, I. T., Price, K. R., Rutenf, A. A. J. J. L., Houben\$, G. F., & Penninksf, A. H. (1996). Effects of Saponins and Glycoalkaloids on the Permeability and Viability of Mammalian Intestinal Cells and on the Integrity of Tissue Preparations In Vitro. In *Toxicology in Vitro* (Vol. 10).
- Ghlissi, Z., Kallel, R., Krichen, F., Hakim, A., Zeghal, K., Boudawara, T., Bougatef, A., & Sahnoun, Z. (2020). Polysaccharide from *Pimpinella anisum* seeds: Structural characterization, anti-inflammatory and laser burn wound healing in mice. *International Journal of Biological Macromolecules*, *156*, 1530–1538. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.201>
- Glissen, B. J., & Singh, P. (2019). Coeliac disease. *Paediatrics and International Child Health*, *39*(1), 23–31. <https://doi.org/10.1080/20469047.2018.1504431>
- Gonnet, J.-F. O. (1999). Colour effects of co-pigmentation of anthocyanins revisited - 2 a colorimetric look at the solutions of cyanin copigmented by rutin using the CIELAB scale. *Food Chemistry*, 387–394. www.elsevier.com/locate/foodchem
- Gordillo-Bastidas, E., Díaz-Rizzolo, D., Roura, E., Massanés, T., & Gomis, R. (2016). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), from Nutritional Value to Potential Health Benefits: An Integrative Review. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, *06*(03). <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000497>
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, *202*, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Graf, B. L., Rojas-Silva, P., Rojo, L. E., Delatorre-Herrera, J., Baldeón, M. E., & Raskin, I. (2015). Innovations in Health Value and Functional Food Development of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *14*(4), 431–445. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12135>
- Guy, R. (2001). *Extrusion cooking*. CRC Press.

- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.).
- Hui, Y. H. (2006). *Handbook of food science, technology, and engineering* (Associate, Ed.; Vol. 1).
- Ibañez, Q. V. (2009). *Análisis y diseño de experimentos* (Universitaria, Ed.; 1era ed.).
- INEM 517, 2012 1 (2012). <http://slidepdf.com/reader/full/nte-inen-517-2012tamano-de-partifula-hrina>
- Jacobsen, S. E., Mujica, A., & Ortiz, R. (2003). The Global Potential for Quinoa and Other Andean Crops. *Food Reviews International*, 19(1–2), 139–148. <https://doi.org/10.1081/fri-120018880>
- Jaikishun, S., Li, W., Yang, Z., & Song, S. (2019). Quinoa: In perspective of global challenges. In *Agronomy* (Vol. 9, Issue 4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/agronomy9040176>
- Jaimes, A., Ignacio, P., & Rivas, H. (2017). *Glycemic index of quinoa (Chenopodium quinoa) in healthy subjects of Venezuela Venezuelan Nutrition and Health Study View project Fruits and Vegetables in Venezuela View project*. <https://www.researchgate.net/publication/316091844>
- Koziol, M. J. (1992). Chemical Composition and Nutritional Evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 5, 35–68.
- Lorenz, K., & Collins, F. (1990). Quinoa (“*Chenopodium quinoa*”) Starch-Physicochemical Properties and Functional Characteristics. *Starch/Stärke*, 42, 81–86.
- Maldonado-Alvarado, P., Pavón-Vargas, D. J., Abarca-Robles, J., Valencia-Chamorro, S., & Haros, C. M. (2023). Effect of Germination on the Nutritional Properties, Phytic Acid Content, and Phytase Activity of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Foods*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/foods12020389>
- Maldonado-Alvarado, P., & Trujillo, M. (2022). *Gluten-Free Couscous Made from Quinoa Sprouts: Study of Shelf Life*. 9. <https://doi.org/10.3390/blsf2022017009>

- Masatcioglu, M. T., Gokmen, V., Ng, P. K. W., & Koksel, H. (2014). Effects of formulation, extrusion cooking conditions, and CO₂ injection on the formation of acrylamide in corn extrudates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(12), 2562–2568. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6598>
- Messia, M. C., Cuomo, F., Quiquero, M., Verardo, V., & Marconi, E. (2023). Assessment of Nutritional Value and Maillard Reaction in Different Gluten-Free Pasta. *Foods*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/foods12061221>
- Mhada, M., Metougui, M. L., El Hazzam, K., El Kacimi, K., & Yasri, A. (2020). Variations of saponins, minerals and total phenolic compounds due to processing and cooking of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds. *Foods*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/foods9050660>
- Miguel, M. (2018). Betalains in Some Species of the Amaranthaceae Family: A Review. *Antioxidants*, 7(4), 53. <https://doi.org/10.3390/antiox7040053>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). *Pronóstico de producción de quinua al 2023*.
- Ministerio de Energía y Minas. (2022). *Estadístico Minero 03-2022*.
- Moreno, S., Corredor, H., Merino, C., & Herrera, P. P. (2003). Cambios físico-químicos del almidón durante la nixtamalización del maíz en variedades con diferente dureza de grano. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición Organo Oficial de La Sociedad Latinoamericana de Nutrición*, 53.
- Mudambi, S. R., & Rajagopal, M. V. (2007). *Fundamentals of Foods, Nutrition and Diet Therapy, 5th Edition*.
- Muñoz-Pabon, K. S., Roa-Acosta, D. F., Hoyos-Concha, J. L., Bravo-Gómez, J. E., & Ortiz-Gómez, V. (2022). Quinoa Snack Production at an Industrial Level: Effect of Extrusion and Baking on Digestibility, Bioactive, Rheological, and Physical Properties. *Foods*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/foods11213383>
- Myrasis, G., Aja, S., & Haros, C. M. (2022). *Substitution of Critical Ingredients of Cookie Products to Increase Nutritional Value*. 15. <https://doi.org/10.3390/blsf2022017015>

- Natalia, S. C. (2016). *Aspectos Tecnológicos que influyen en las pérdidas nutricionales durante el proceso de obtención de Harinas de Quinoa. Caracterización físico-química* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional del Cordoba.
- Navruz-Varli, S., & Sanlier, N. (2016). Nutritional and health benefits of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). In *Journal of Cereal Science* (Vol. 69, pp. 371–376). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.004>
- Nayak, B., Berrios, J. de J., Powers, J. R., Tang, J., & Ji, Y. (2011). Colored potatoes (Solanum tuberosum L.) dried for antioxidant-rich value-added foods. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(5), 571–580. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2010.00502.x>
- Nieto, C. C., & Vimos, C. (1992). *La quinua, cosecha y poscosecha algunas experiencias en ecuador*.
- NTP 205.062, INDECOPI 1 (2014).
- Ofstehage, A. (2012). The Gift of the Middleman: An Ethnography of Quinoa Trading Networks in Los Lipez of Bolivia. In *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1866330>
- Ortiz, M. R. (2011). *Platos típicos en el aprendizaje de la segunda lengua en educación intelectual bibligue de los niños del tercer grado de educación primaria de Chucahuacas Chupa* [Tesina]. Universidad Nacional del Altiplano.
- Padrón, P. C., Oropeza, G. R., & Montes, H. A. I. (2014). Semillas de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow): composición química y procesamiento. Aspectos relacionados con otras áreas. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5(2), 166–218. <http://www.rvcta.org>
- Pasqualone, A., Caponio, F., Pagani, M. A., Summo, C., & Paradiso, V. M. (2019). Effect of salt reduction on quality and acceptability of durum wheat bread. *Food Chemistry*, 289, 575–581. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.098>
- Paucar-Menacho, L. M., Simpalo-López, W. D., Castillo-Martínez, W. E., Esquivel-Paredes, L. J., & Martínez-Villaluenga, C. (2022). Improving Nutritional and

- Health Benefits of Biscuits by Optimizing Formulations Based on Sprouted Pseudocereal Grains. *Foods*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/foods11111533>
- Pérez, Ikehara, H., Barraza Lescano, S., & Mortensen, A. (2016). *Hupa, Quinoa: semilla sagrada, sustento ancestral; Programa Conjunto Granos Andinos*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261004>
- Pérez, N. J. (2023). *Formulación y análisis de un producto tipo cupcake a base de harina de quinua tostada y harina de trigo* [Tesis]. Universidad Técnica de Ambato .
- Prego, I., Maldonado, S., & Otegui, M. (1998). Seed Structure and Localization of Reserves in *Chenopodium quinoa* Willd. In *Annals of Botany* (Vol. 82).
- Puri, S., Kaur Sarao, L., Kaur, K., & Talwar, A. (2020). Puri et al Nutritional and quality analysis of quinoa seed flour fortified wheat biscuits. *Asian Pacific Journal of Health Sciences*, 7(1), 48–52. <https://doi.org/10.21276/apjhs.2020.7.1.9>
- Quiñónez, F. H. E. (2015). *Evaluación de la cinética de reacción de conversión de piedra caliza a cal viva por efecto de tres temperaturas, utilizando un tamaño de partícula y un tiempo determinado a 640 mmHg de presión barométrica a nivel de laboratorio* [Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://doi.org/http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/16196>
- Rafik, S., Rahmani, M., Choukr-Allah, R., El Gharous, M., Calle, J. P. R., Filali, K., & Hirich, A. (2021). Techno-economic assessment of quinoa production and transformation in Morocco. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(34), 46781–46796. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12665-8>
- Rafik, S., Rahmani, M., Rodriguez, J. P., Andam, S., Ezzariai, A., El Gharous, M., Karboune, S., Choukr-Allah, R., & Hirich, A. (2021a). How does mechanical pearling affect quinoa nutrients and saponin contents? *Plants*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/plants10061133>
- Rafik, S., Rahmani, M., Rodriguez, J. P., Andam, S., Ezzariai, A., El Gharous, M., Karboune, S., Choukr-Allah, R., & Hirich, A. (2021b). How Does Mechanical Pearling Affect Quinoa Nutrients and Saponin Contents? *Plants 2021, Vol. 10, Page 1133*, 10(6), 1133. <https://doi.org/10.3390/PLANTS10061133>

- Ramos, R. D. (2019). *Evaluación del rendimiento de doce variedades de quinua (Chenopodium quinoa Wild), en condiciones del Valle de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, Región Moquegua*. Universidad José Carlos Mariátegui.
- Repo Carrasco, R., Cortéz, G., Onofre Montes, R., Quispe Villapando, L., & Ramos, I. (2007). *Cultivos Andinos* (& M. R. En A. León, Ed.).
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., & Jacobsen, S. E. (2003). Nutritional value and use of the andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19(1–2), 179–189. <https://doi.org/10.1081/FRI-120018884>
- Repo-Carrasco, R., Pilco, J. J., Rene, C., & Zelada, E. (2011). *Desarrollo y elaboración de un snack extruido a partir de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y maíz (Zea mays L.)* (Vol. 29).
- Repo-Carrasco-Valencia, R. (2011). *Andean indigenous food crops: nutritional value and bioactive compounds*.
- Repo-Carrasco-Valencia, R., Vidaurre-Ruiz, J., & Luna-Mercado, G. I. (2020). *Development of Gluten-Free Breads Using Andean Native Grains Quinoa, Kañiwa, Kiwicha and Tarwi*. 15. <https://doi.org/10.3390/proceedings2020053015>
- Rios, F. T., Amaya, A. A., Lobo, M. O., & Samman, N. C. (2020). *Design and Acceptability of a Multi-Ingredients Snack Bar Employing Regional Products with High Nutritional Value*. 14. <https://doi.org/10.3390/proceedings2020053014>
- Robin, F., Théoduloz, C., & Srichuwong, S. (2015). Properties of extruded whole grain cereals and pseudocereals flours. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(10), 2152–2159. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12893>
- Roig, G. I., Rodríguez, R. R., Delgado, J. A., González, V. J. A., Rodríguez, S. D., & Rodríguez, M. I. (2021). Knowledge and consumption of salt in health professionals and the general population. *Atención Primaria Practica*, 3(3). <https://doi.org/10.1016/j.appr.2021.100091>
- Rojas-Garbanzo, C., Pérez, A. M., Vaillant, F., & Pineda-Castro, M. L. (2016). Physicochemical and antioxidant composition of fresh peach palm (*Bactris*



- gasipaes Kunth) fruits in Costa Rica. *Brazilian Journal of Food Technology*, 19. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.9715>
- Romo, S., Rosero, A., Forero, C. L., & Ceron, Y. E. (2006). *Potencial nutricional de harina de quinua (Chenopodium quinoa W) variedad piartal en los andes colombianos primera parte.*
- Ruales, J., de Grijalva, Y., Lopez-Jaramillo, P., & Nair, B. M. (2002). The nutritional quality of an infant food from quinoa and its effect on the plasma level of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in undernourished children. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 53(2), 143–154. <https://doi.org/10.1080/09637480220132157>
- Ruales, J., Valencia, S., & Nair, B. (1993). *Effect of Processing on the Physico-Chemical Characteristics of Quinoa Flour (Chenopodium quinoa, Willd).* 13–19.
- Ruíz, N. A. (2005). Efectos beneficiosos de una dieta rica en granos enteros. *Revista Chilena de Nutrición*, 32(3), 1–17.
- Ruiz-Ruiz, J., Martínez-Ayala, A., Drago, S., González, R., Betancur-Ancona, D., & Chel-Guerrero, L. (2008). Extrusion of a hard-to-cook bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and quality protein maize (*Zea mays* L.) flour blend. *LWT*, 41(10), 1799–1807. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.01.005>
- Sánchez-Madrigal, M. Á., Quintero-Ramos, A., Martínez-Bustos, F., Meléndez-Pizarro, C. O., & Ruiz-Gutiérrez, M. G. (2014). Effect of different calcium sources on the antioxidant stability of tortilla chips from extruded and nixtamalized blue corn (*Zea mays* L.) flours. *Food Sci. Technol, Campinas*, 34(1), 143–149.
- Simoni, M., Wilkes, M. D., Brown, S., Provis, J. L., Kinoshita, H., & Hanein, T. (2022). Decarbonising the lime industry: State-of-the-art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112765>
- Soliman, K. M., & Badeaa, R. I. (2002). Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. *Food and Chemical Toxicology*, 40, 1669–1675. www.elsevier.com/locate/foodchemtox

- Torres, J. A. M., Chambi, A., & Quenta, D. (2020). *Elaboración de Nuggets a base de gluten y harinas andinas de la región de Puno Making Nuggets with gluten y Andean flour in Puno region*. 9, 669–685.
- Tursi, A. (2004). *Gastrointestinal Motility Disturbances in Celiac Disease*.
- Valcárcel-Yamani, B., Caetano Da, S., & Lannes, S. (2012). Applications of Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd.*) and Amaranth (*Amaranthus Spp.*) and Their Influence in the Nutritional Value of Cereal Based Foods. *Food and Public Health*, 2012(6), 265–275. <https://doi.org/10.5923/j.fph.20120206.12>
- Vásquez, V., Salhuana, J., Alvarado, M., Lázaro, A., & Jiménez, L. (2019). Use of three methods of debittered through the sensory evaluation of flour and bread of *Lupinus mutabilis* Sweet. *Agroindustrial Science*, 9(1), 53–59. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.01.07>
- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., & Martínez, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), an ancient Andean grain: A review. In *Journal of the Science of Food and Agriculture* (Vol. 90, Issue 15, pp. 2541–2547). <https://doi.org/10.1002/jsfa.4158>
- Vilcacundo, R., & Hernández-Ledesma, B. (2017). Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). In *Current Opinion in Food Science* (Vol. 14, pp. 1–6). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.11.007>
- Volta, U., Tovoli, F., & Caio, G. (2011). Clinical and immunological features of celiac disease in patients with Type 1 diabetes mellitus. In *Expert Review of Gastroenterology and Hepatology* (Vol. 5, Issue 4, pp. 479–487). <https://doi.org/10.1586/egh.11.38>
- Ward, S. M. (2000). Response to selection for reduced grain saponin content in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Field Crops Research*, 68(2), 157–163. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(00\)00117-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(00)00117-9)
- Williams, K. N., Kephart, J. L., Fandiño-Del-Rio, M., Condori, L., Koehler, K., Moulton, L. H., Checkley, W., & Harvey, S. A. (2020). Beyond cost: Exploring fuel choices and the socio-cultural dynamics of liquefied petroleum gas stove adoption in Peru.



Energy Research and Social Science, 66.

<https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101591>

Wyness, L. A., Butriss, J. L., & Stanner, S. A. (2012). Reducing the population's sodium intake: The UK Food Standards Agency's salt reduction programme. *Public Health Nutrition*, 15(2), 254–261. <https://doi.org/10.1017/S1368980011000966>

Zambrano-Zaragoza, M. L., Gutiérrez-Cortez, E., Jiménez-Vieyra, M. E., Gallardo-Navarro, Y. T., Cornejo-Villegas, M. A., & Quintanar-Guerrero, D. (2013). Effects of extrusion process in snacks of oats-nixtamalized corn pericarp mixtures on dietary fiber content and functional properties. *CYTA - Journal of Food*, 11(SUPPL.1), 38–45. <https://doi.org/10.1080/19476337.2012.763046>



ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Influencia de la Adición de Cal en las Propiedades Cromáticas del Quespiño Ancestral	<p>Problema General:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El consumo de quispiño ayuda a contrarrestar la ingesta de alimentos ultra procesados - La prevalencia de la enfermedad celiaca en Perú es de 341 783, por lo que el quispiño sería una alternativa de consumo. <p>Problemas Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La difusión del quispiño es limitada y se requieren estudios para demostrar sus cualidades - ¿Cómo afectan los diferentes niveles de cal a los parámetros de color en la masa cocida y cruda? - ¿Existen diferencias significativas en el color del quispiño a diferentes % de cal? - ¿Cuál es el grado de aceptabilidad en cuanto al sabor, color, aspecto y olor a tres porcentajes de cal? 	<p>Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar la influencia de la cal en la calidad del quispiño, abordando aspectos de color en masa cocida y cruda, comparar la ΔE entre la masa cruda y cocida a distintos % de cal, y determinar la aceptabilidad del consumidor en cuanto a sabor, color, aspecto y olor. <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar los parámetros de color L^*, a^*, b^*, C^* y H^* para evaluar la influencia de la cal a nivel de la masa cocida y cruda del quispiño - Realizar la comparación de la ΔE entre L^*, a^*, b^* de la masa cruda y cocida a diferentes % de cal con el fin de establecer un estándar conocido - Llevar a cabo una prueba de aceptabilidad evaluando el sabor, color, aspecto y olor con el fin de comprender cómo la presencia de cal afecta la percepción del consumidor 	<p>Hipótesis General: La adición de cal impacta en la calidad del quispiño, provocando cambios en el sabor, color, aspecto y olor.</p> <p>Hipótesis Específicas: La adición de cal afecta significativamente los parámetros de color (L^*, a^*, b^*, C^* y H^*) en la masa cocida y cruda del quispiño</p> <p>Existen diferencias significativas en la ΔE entre la masa cruda y cocida a diferentes % de cal</p> <p>La prueba de aceptabilidad para el sabor, color, aspecto y olor revelará las preferencias entre las muestras de quispiño con diversos % de cal</p>	<p>Variable Dependiente: Y_1: quispiño</p> <p>Variable Independiente: X_1: masa cruda (A) y masa cocida (B) X_2: Porcentajes de cal (0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9 %)</p> <p>Controles: Z_1: Color en masa cruda Z_2: Color en masa cocida Z_3: ΔE Z_4: Prueba de aceptabilidad</p> <p>Variables intervencientes: Edad de los panelistas no entrenados</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Color (L^*, a^*, b^*, C^* y H^*) - ΔE - Aceptabilidad (Sabor, color, aspecto, olor) 	<p>DCA Factorial 2X5 ANOVA, utilizando el software estadístico R versión 4.3.2</p> <p>DCA,, ANOVA y Tukey, utilizando el software estadístico R versión 4.3.2</p> <p>Prueba de Friedman y Wilcoxon , utilizando el software estadístico R versión 4.3.2</p>

Anexo 2 Informe de ensayo N° 1-06882/22 análisis de calcio en cal en polvo



INFORME DE ENSAYO N° 1-06882/22

Pág. 1/1

Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Domicilio legal : Av. La Molina S/N - La Molina - Lima
Producto declarado : CAL EN POLVO
Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 200 g
Muestra proporcionada por el solicitante
Identificación de la muestra : IDENTIFICACIÓN: CAL (CAO) OXIDO DE CALCIO
FECHA: 22/06/2022
Forma de Presentación : En bolsa de polietileno, ziploc, cerrada y a temperatura ambiente.
Fecha de recepción : 2022 - 06 - 27
Fecha de inicio del ensayo : 2022 - 06 - 27
Fecha de término del ensayo : 2022 - 06 - 28
Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA
Identificado con : H/S 22005585 (EXAI-07454-2022-01)
Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita.

Ensayo	LCM	Unidad	Resultado 1	Resultado 2	Resultado Promedio
Calcio	0,0005	g/100 g	58,238	58,626	58,4

LCM: Límite de cuantificación del método

MÉTODO

Calcio: AACC 40-70.01 11 th 2009. Elements by Atomic Absorption Spectrophotometry.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 07 de julio de 2022
AM

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. SONIA GARCIA CANALES
C.I.P. 33422
ASIST. GESTION LABORATORIOS

“Este documento sin firma digital carece de validez”

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla – Callao
T. (511) 319 9000



info@cerper.com – www.cerper.com

“ EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”

Anexo 3 Resultados de la variación neta del color (ΔE) entre las medidas realizadas a la masa cruda y masa cocida a cinco tratamientos, los valores exhiben la desviación estándar ($\pm DE$) de tres repeticiones

Tratamientos	% Cal	ΔE	DE
1		26.17	0.02
1	0.1	26.15	
1		26.12	
2		32.82	0.03
2	0.3	32.81	
2		32.77	
3		30.61	0.02
3	0.5	30.63	
3		30.60	
4		29.86	0.03
4	0.7	29.81	
4		29.86	
5		30.42	0.01
5	0.9	30.41	
5		30.41	

Donde: DE = desviación estándar

$$\Delta E = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

Anexo 4 Análisis de la varianza y prueba de Tukey para la Diferencia Neta del Color (ΔE) entre los tratamientos de quispiño

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ΔE	15	1.00	1.00	0.07

Análisis de varianza (ANOVA) (SC tipo III)

F.V.	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
Modelo	69.76	4	17.44	35835.14	< 0.0001	***
% Cal	69.76	4	17.44	35835.14	< 0.0001	***
Error	4.9E-03	10	4.9E-04			
Total	69.76	14				

Test: Tukey Alfa = 0.05 DMS = 0.05928

Error: 0.0005 gl: 10

% Cal	Medias	n	E.E.	
0.30	32.80	3	0.01	a
0.50	30.61	3	0.01	b
0.90	30.41	3	0.01	c
0.70	29.84	3	0.01	d
0.10	26.15	3	0.01	e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Anexo 5 Ficha de análisis sensorial

INSTRUCCIONES GENERALES

Usted recibirá 3 muestras de quispiño identificados con diferentes códigos, a continuación evalúe cada uno de ellos en el sabor, color, aspecto y olor.

Coloque el código de la muestra a evaluar

Se empleará una escala de 5 puntos, en la cual Ud. deberá marcar el número que corresponde a cada atributo.

Indique los siguientes datos: HOMBRE () MUJER () EDAD:

I. Código de muestra a evaluar: _____

1. En mi opinión el SABOR de este producto es
2. En mi opinión el COLOR de este producto
3. En mi opinión el ASPECTO de este producto
4. En mi opinión el OLOR de este producto

<input type="checkbox"/>	1: me disgusta mucho
<input type="checkbox"/>	2: no me gusta
<input type="checkbox"/>	3: no me gusta ni me disgusta
<input type="checkbox"/>	4: me gusta
<input type="checkbox"/>	5: me gusta mucho

II. Código de muestra a evaluar: _____

1. En mi opinión el SABOR de este producto es
2. En mi opinión el COLOR de este producto
3. En mi opinión el ASPECTO de este producto
4. En mi opinión el OLOR de este producto

<input type="checkbox"/>	1: me disgusta mucho
<input type="checkbox"/>	2: no me gusta
<input type="checkbox"/>	3: no me gusta ni me disgusta
<input type="checkbox"/>	4: me gusta
<input type="checkbox"/>	5: me gusta mucho

III. Código de muestra a evaluar: _____

1. En mi opinión el SABOR de este producto es
2. En mi opinión el COLOR de este producto
3. En mi opinión el ASPECTO de este producto
4. En mi opinión el OLOR de este producto

<input type="checkbox"/>	1: me disgusta mucho
<input type="checkbox"/>	2: no me gusta
<input type="checkbox"/>	3: no me gusta ni me disgusta
<input type="checkbox"/>	4: me gusta
<input type="checkbox"/>	5: me gusta mucho

OBSERVACIONES:.....
.....

Muchas Gracias!



Anexo 6 Resultados de la prueba de Friedman – variable sabor

Friedman rank sum test

data: SABOR and tipoq and sujeto
Friedman chi-squared = **12.432**, df = 2, p-value = 0.001997<0.05 existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Pairwise comparisons using Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: SABOR and tipoq
TRAT5 TRAT7
TRAT7 1.0000 -
TRAT9 0.0023 0.0358
P value adjustment method: Bonferroni

Study: SABOR ~ sujeto + tipoq
tipoq, Sum of the ranks

	SABOR	r
TRAT5	89.5	40
TRAT7	86.5	40
TRAT9	64.0	40

Friedman's Test
=====

Adjusted for ties
Critical Value: 12.432
P.Value Chisq: 0.001997218
F Value: 7.175704
P.Value F: 0.001378453

Post Hoc Analysis

Comparison between treatments
Sum of the ranks

	difference	pvalue	signif.	LCL	UCL	
TRAT5 - TRAT7	3.0	0.6846		-11.65	17.65	
TRAT5 - TRAT9	25.5	0.0009	***	10.85	40.15	Existe diferencia
TRAT7 - TRAT9	22.5	0.0031	**	7.85	37.15	Existe diferencia

ANOVA DE DISEÑO BLOQUE COMPLETO AL AZAR

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
sujeto	39	65.20	1.672	1.901	0.008156 **
tipoq	2	14.07	7.033	7.997	0.000693 *** Existe diferencia
Residuals	78	68.60	0.879		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

TRAT5 TRAT7
TRAT7 0.940 -
TRAT9 0.012 0.032

Comparison p.value
1 TRAT7 - TRAT5 = 0 0.94 ns.
2 TRAT9 - TRAT5 = 0 0.0121 ** existe diferencia significativa
3 TRAT9 - TRAT7 = 0 0.0319 * existe diferencia significativa

Group Letter MonoLetter



```
1 TRAT7      a
2 TRAT9      b
3 TRAT5      a
```

PRUEBA DE FRIEDMAN PARA LA VARIABLE COLOR

Friedman rank sum test

data: COLOR and tipoq and sujeto
Friedman chi-squared = 3.98, df = 2, p-value = 0.1367>0.05 no es significativo

Pairwise comparisons using Wilcoxon signed rank test with continuity correction

```
data: COLOR and tipoq
      TRAT5 TRAT7
TRAT7 0.427 -
TRAT9 0.055 0.620
```

P value adjustment method: bonferroni

```
Study: COLOR ~ sujeto + tipoq
      COLOR  r
TRAT5  87.5 40
TRAT7  79.0 40
TRAT9  73.5 40
```

Friedman's Test

=====

Adjusted for ties

Critical Value: 3.98

P.Value Chisq: 0.1366954>0.05 no es significativo.

F Value: 2.041831

P.Value F: 0.1366713

Post Hoc Analysis

Comparison between treatments

Sum of the ranks

	difference	pvalue	signif.	LCL	UCL
TRAT5 - TRAT7	8.5	0.2270		-5.4	22.4
TRAT5 - TRAT9	14.0	0.0484	*	0.1	27.9
TRAT7 - TRAT9	5.5	0.4332		-8.4	19.4

ANOVA DE DISEÑO BLOQUE COMPLETO AL AZAR.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
sujeto	39	48.12	1.2340	2.766	6.71e-05 ***
tipoq	2	3.20	1.6000	3.586	0.0324 *
Residuals	78	34.80	0.4462		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

no existe diferencia estadística significativa

```
      TRAT5 TRAT7
TRAT7 0.61 -
TRAT9 0.26 0.81
```

COMPARACIONES: no existe diferencia

```
      Comparison p.value
1 TRAT7 - TRAT5 = 0 0.608
2 TRAT9 - TRAT5 = 0 0.261
3 TRAT9 - TRAT7 = 0 0.812
```



```

Group Letter MonoLetter
1 TRAT7      a
2 TRAT9      a
3 TRAT5      a

```

PRUEBA DE FRIEDMAN PARA LA VARIABLE ASPECTO

Friedman rank sum test

data: ASPECTO and tipoq and sujeto
Friedman chi-squared = 6.6087, df = 2, p-value = 0.03672<0.05
significativo

Pairwise comparisons using Wilcoxon signed rank test with continuity
correction

data: ASPECTO and tipoq

```

          TRAT5 TRAT7
TRAT7 1.00  -
TRAT9 0.70  0.21
P value adjustment method: bonferroni

```

Study: ASPECTO ~ sujeto + tipoq

```

      ASPECTO  r
TRAT5      84 40
TRAT7      86 40
TRAT9      70 40

```

Friedman's Test

=====

Adjusted for ties

Critical Value: 6.608696

P.Value Chisq: 0.03672315<0.05 es significativo.

F Value: 3.511848

P.Value F: 0.03464417

Post Hoc Analysis

Comparison between treatments

Sum of the ranks

	difference	pvalue	signif.	LCL	UCL
TRAT5 - TRAT7	-2	0.7619		-15.1	11.1
TRAT5 - TRAT9	14	0.0365	*	0.9	27.1 es significativo
TRAT7 - TRAT9	16	0.0173	*	2.9	29.1 es significativo

ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
sujeto	39	55.30	1.4179	2.832	4.64e-05 ***
tipoq	2	1.62	0.8083	1.615	0.206
Residuals	78	39.05	0.5006		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

          TRAT5 TRAT7
TRAT7 0.97  -
TRAT9 0.26  0.17

```

	Comparison	p.value
1	TRAT7 - TRAT5 = 0	0.973
2	TRAT9 - TRAT5 = 0	0.261
3	TRAT9 - TRAT7 = 0	0.173



```

Group Letter MonoLetter
1 TRAT7      a
2 TRAT9      a
3 TRAT5      a

```

PRUEBA DE FRIEDMAN PARA LA VARIABLE OLOR

Friedman rank sum test

data: OLOR and tipoq and sujeto
Friedman chi-squared = 6.6261, df = 2, p-value = 0.03641 < 0.05 EXISTE
DIFERENCIA SIGNIFICATIVA

```

data: OLOR and tipoq
      TRAT5 TRAT7
TRAT7 0.94  -
TRAT9 0.11  0.86
P value adjustment method: Bonferroni

```

```

Study: OLOR ~ sujeto + tipoq
      OLOR  r
TRAT5 89.5  40
TRAT7 80.5  40
TRAT9 70.0  40

```

Friedman's Test

```

=====
Adjusted for ties
Critical Value: 6.626087
P.Value Chisq: 0.03640521<0.05 existe diferencia
F Value: 3.521925
P.Value F: 0.03432544
Post Hoc Analysis
Comparison between treatments
Sum of the ranks
      difference pvalue signif.  LCL  UCL
TRAT5 - TRAT7      9.0 0.2247      -5.64 23.64
TRAT5 - TRAT9     19.5 0.0097      **  4.86 34.14
TRAT7 - TRAT9     10.5 0.1574      -4.14 25.14

```

ANOVA DE DISEÑO BLOQUE COMPLETO AL AZAR

```

      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
sujeto  39  65.33  1.6750  2.198 0.00159 **
tipoq    2   3.22  1.6083  2.110 0.12808
Residuals 78  59.45  0.7622
---

```

Signif. codes: 0 '*' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1**

```

      TRAT5 TRAT7
TRAT7 0.573  -
TRAT9 0.075  0.469

```

```

      Comparison p.value
1 TRAT7 - TRAT5 = 0  0.573
2 TRAT9 - TRAT5 = 0  0.0746
3 TRAT9 - TRAT7 = 0  0.469

```

```

Group Letter MonoLetter
1 TRAT7      a
2 TRAT9      a
3 TRAT5      a

```



Anexo 7 Resultados de optimización de cal (%) DCA Factorial 2*5

ANOVA PARA L* - Experimento factorial de 2x5
(masas)x(tratamientos)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
masa	1	6171.93633	6171.93633	7557473.06122	< 2.22e-16

trat	4	137.58231	34.39558	42117.03469	< 2.22e-16

masa:trat	4	31.27710	7.81927	9574.62245	< 2.22e-16

Residuals	20	0.01633	0.00082		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
CV. = 0.05%

Tables of means

Grand mean

55.442

masa

COCIDA CRUDA

41.10 69.79

trat

0.1 0.3 0.5 0.7 0.9

59.32 56.12 54.48 53.67 53.61

masa:trat

trat

masa 0.1 0.3 0.5 0.7 0.9

COCIDA 46.33 40.00 39.98 39.75 39.44

CRUDA 72.32 72.24 68.99 67.59 67.78

Standard errors for differences of means

masa trat masa:trat

0.01043 0.01650 0.02333

replic. 15 6 3

Promedio por interacción

masa trat adjusted mean std. error

1 COCIDA 0.1 46.3266666667 0.0164991582277

2 CRUDA 0.1 72.3200000000 0.0164991582277

3 COCIDA 0.3 39.9966666667 0.0164991582277

4 CRUDA 0.3 72.2433333333 0.0164991582277

5 COCIDA 0.5 39.9833333333 0.0164991582277

6 CRUDA 0.5 68.9866666667 0.0164991582277

7 COCIDA 0.7 39.7466666667 0.0164991582277

8 CRUDA 0.7 67.5933333333 0.0164991582277

9 COCIDA 0.9 39.4400000000 0.0164991582277

0 CRUDA 0.9 67.7833333333 0.0164991582277

MASA=="COCIDA"

Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max

-1.706476191 -0.543047619 0.570380952 0.737619048 0.948190476

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	48.193726190	0.912289896	52.82721	1.3923e-15	***
TRAT	-28.124761905	4.306924867	-6.53013	2.8098e-05	***
TRAT2	21.113095238	4.191170577	5.03752	0.00029051	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.08647559 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.86262974, Adjusted R-squared: 0.839734697

F-statistic: 37.6775762 on 2 and 12 DF, p-value: 6.71979956e-06

OPTIMIZACIÓN DE CAL (%) PARA MASAS COCIDA

$21.1131 * (2 * L) - 28.1248$

$$L * = 48.19372 - 28.12476C + 21.113095C^2$$

$$\frac{dL *}{dC} = 0, \text{ entonces } 2(21.113095)C = 28.12476$$

$$\text{Óptimo de } L * = 0.666 \sim 0.67$$

MASA=="CRUDA"

Call:

lm(formula = LAST ~ TRAT + TRAT2, data = data1, subset = MASA == "CRUDA")

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.661809524	-0.562380952	-0.442952381	0.411952381	1.303523809

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	73.943726190	0.686850907	107.65615	< 2.22e-16	***
TRAT	-11.141428571	3.242626347	-3.43593	0.0049314	**
TRAT2	4.279761905	3.155476484	1.35630	0.1999755	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.817992995 on 12 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.877897637, Adjusted R-squared: 0.857547243

F-statistic: 43.139098 on 2 and 12 DF, p-value: 3.31393831e-06

$4.2798 * (2 * L) - 11.1414$

$$L * = 73.9437 - 11.1414C + 4.27976C^2$$

$$\frac{dL *}{dC} = 0, \text{ entonces } 2(4.27976)C = 11.141428$$

$$\text{Óptimo de } L * = 1.30$$

ANOVA PARA A* - Experimento factorial de 2x5 (masas)x(tratamientos)



```

              Df      Sum Sq   Mean Sq    F value    Pr(>F)
masa          1 34.5613333 34.5613333 18063.41463 < 2.22e-16 ***
trat          4  8.1029533  2.0257383  1058.74826 < 2.22e-16 ***
masa:trat     4 15.2048333  3.8012083  1986.69425 < 2.22e-16 ***
Residuals    20  0.0382667  0.0019133

```

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
CV. = 1.9%

```

Tables of means
Grand mean

2.30733333333

```

masa
COCIDA  CRUDA
 3.381  1.234

```

```

trat
trat
 0.1    0.3    0.5    0.7    0.9
2.7100 1.3067 2.2950 2.6300 2.5950

```

```

masa:trat
      trat
masa  0.1  0.3  0.5  0.7  0.9
COCIDA 2.933 1.490 3.880 4.277 4.323
CRUDA  2.487 1.123 0.710 0.983 0.867

```

```

Standard errors for differences of means
      masa      trat masa:trat
replic.    15         6         3

```

```

> interactionMeans(modell)
      masa trat  adjusted mean      std. error
1  COCIDA  0.1 2.93333333333333 0.0252542625665
2  CRUDA  0.1 2.48666666666667 0.0252542625665
3  COCIDA  0.3 1.49000000000000 0.0252542625665
4  CRUDA  0.3 1.12333333333333 0.0252542625665
5  COCIDA  0.5 3.88000000000000 0.0252542625665
6  CRUDA  0.5 0.71000000000000 0.0252542625665
7  COCIDA  0.7 4.27666666666667 0.0252542625665
8  CRUDA  0.7 0.98333333333333 0.0252542625665
9  COCIDA  0.9 4.32333333333333 0.0252542625665
10 CRUDA  0.9 0.86666666666667 0.0252542625665

```

MASA COCIDA

> # Análisis de varianza para F-parciales.

Analysis of Variance Table

Response: AAST

```

              Df      Sum Sq   Mean Sq    F value    Pr(>F)
TRAT          1  9.296333333  9.296333333 14.52978 0.0024761 **
TRAT2         1  0.208609524  0.208609524  0.32605 0.5785325
Residuals    12  7.677750476  0.639812540

```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> # Regresi?n del modelo completo
Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.363523809 -0.319952381  0.413142857  0.531714286  0.740285714

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 2.288523810  0.671644195  3.40735 0.0051987 **
TRAT        1.021428571  3.170835387  0.32213 0.7528951
TRAT2       1.761904762  3.085615001  0.57101 0.5785325
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.799882829 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.553169557,    Adjusted R-squared:
0.478697816
F-statistic: 7.42791229 on 2 and 12 DF,  p-value: 0.00795896375

expression(2.2885 + 1.021428 * L + 1.7619 * L^2)
> DERIV2 = D(DERIV, "L")
> DERIV2
1.021428 + 1.7619 * (2 * L)
                Óptimo de A *= 0

MASA="CRUDA"
> # An?lisis de varianza para F-parciales.
Analysis of Variance Table

Response: AAST
      Df      Sum Sq    Mean Sq  F value    Pr(>F)
TRAT   1  3.427320000  3.427320000  72.26858 2.0079e-06 ***
TRAT2  1  2.166942857  2.166942857  45.69222 2.0160e-05 ***
Residuals 12  0.569097143  0.047424762
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> # Regresi?n del modelo completo
Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.2448571429 -0.1472857143 -0.0797142857  0.1257142857
0.3211428571

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 3.044357143  0.182858634 16.64869 1.1729e-09 ***
TRAT        -7.368571429  0.863276467 -8.53559 1.9249e-06 ***
TRAT2       5.678571429  0.840074773  6.75960 2.0160e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.217772271 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.907664465,    Adjusted R-squared:
0.892275209
```



F-statistic: 58.9804 on 2 and 12 DF, p-value: 6.19745267e-07

5.67857 * (2 * L) - 7.36857 = 0

Óptimo A* = 0.6488 ~ 0.65

ANOVA PARA B* - Experimento factorial de 2x5 (masas)x(tratamientos)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
masa	1	451.088963	451.088963	139368.37178	< 2.22e-16	***
trat	4	191.681433	47.920358	14805.46601	< 2.22e-16	***
masa:trat	4	64.805287	16.201322	5005.55767	< 2.22e-16	***
Residuals	20	0.064733	0.003237			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
CV. = 0.279

Tables of means

Grand mean
20.3583333333

masa
COCIDA CRUDA
16.481 24.236

trat
0.1 0.3 0.5 0.7 0.9
17.652 17.017 21.497 22.585 23.042

masa:trat
masa 0.1 0.3 0.5 0.7 0.9
COCIDA 16.243 14.017 16.860 17.477 17.807
CRUDA 19.060 20.017 26.133 27.693 28.277

Standard errors for differences of means

	masa	trat	masa:trat
	0.02077	0.03285	0.04645
replic.	15	6	3

> interactionMeans(modell)

	masa	trat	adjusted mean	std. error
1	COCIDA	0.1	16.2433333333	0.0328464440829
2	CRUDA	0.1	19.0600000000	0.0328464440829
3	COCIDA	0.3	14.0166666667	0.0328464440829
4	CRUDA	0.3	20.0166666667	0.0328464440829
5	COCIDA	0.5	16.8600000000	0.0328464440829
6	CRUDA	0.5	26.1333333333	0.0328464440829
7	COCIDA	0.7	17.4766666667	0.0328464440829
8	CRUDA	0.7	27.6933333333	0.0328464440829
9	COCIDA	0.9	17.8066666667	0.0328464440829
10	CRUDA	0.9	28.2766666667	0.0328464440829

> # An?lisis de varianza para F-parciales.

> model3 = lm(BAST ~ TRAT + TRAT2, data=data1, MASA=="COCIDA")

Analysis of Variance Table

Response: BAST

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
--	----	--------	---------	---------	--------



```

TRAT      1 13.015253333 13.015253333 12.69282 0.0039044 **
TRAT2     1  1.785609524  1.785609524  1.74137 0.2115873
Residuals 12 12.304830476  1.025402540
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> # Regresi?n del modelo completo

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.705809524 -0.410380952  0.546857143  0.674285714  0.841714286

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 15.710309524  0.850276324 18.47671 3.5099e-10 ***
TRAT         -1.861428571  4.014158502 -0.46372  0.65115
TRAT2         5.154761905  3.906272695  1.31961  0.21159
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.01262162 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.546042585, Adjusted R-squared:
0.470383016
F-statistic: 7.21709879 on 2 and 12 DF, p-value: 0.00875166501

5.15476 * (2 * L) - 1.86143

Óptimo B* = 0.18 ~ 0.18

MASA = CRUDA
> # An?lisis de varianza para F-parciales.
Analysis of Variance Table

Response: BAST
      Df      Sum Sq      Mean Sq    F value    Pr(>F)
TRAT   1 204.51963000 204.51963000 129.85875 8.5828e-08 ***
TRAT2  1   6.02685952   6.02685952   3.82673  0.074122 .
Residuals 12 18.89927048  1.57493921
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> # Regresi?n del modelo completo

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.053809524 -0.445380952  0.474190476  0.808619048  1.216380952

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 16.09855952  1.05376747 15.27715 3.1517e-09 ***
TRAT         22.52523810  4.97484117  4.52783 0.00069232 ***
TRAT2        -9.47023810  4.84113575 -1.95620 0.07412198 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.25496582 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.91763077, Adjusted R-squared:  0.903902566
F-statistic: 66.8427355 on 2 and 12 DF, p-value: 3.12312972e-07

```



22.5252 - 9.4702 * (2 * L)

Óptimo B* = 1.189 ~ 1.2

ANOVA PARA C* - Experimento factorial de 2x5 (masas)x(tratamientos)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
masa	1	415.300813	415.300813	138279.96004	< 2.22e-16	***
trat	4	201.593887	50.398472	16780.84517	< 2.22e-16	***
masa:trat	4	57.085820	14.271455	4751.87181	< 2.22e-16	***
Residuals	20	0.060067	0.003003			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
CV. = 0.2665

Tables of means

Grand mean
20.5626666667

masa
COCIDA CRUDA
16.842 24.283

trat
0.1 0.3 0.5 0.7 0.9
17.863 17.070 21.722 22.850 23.308

masa:trat
masa 0.1 0.3 0.5 0.7 0.9
COCIDA 16.503 14.093 17.300 17.990 18.323
CRUDA 19.223 20.047 26.143 27.710 28.293

Standard errors for differences of means

	masa	trat	masa:trat
	0.02001	0.03164	0.04475
replic.	15	6	3

```
> interactionMeans(modell)
      masa trat adjusted mean      std. error
1  COCIDA 0.1 16.5033333333 0.0316403399336
2  CRUDA 0.1 19.2233333333 0.0316403399336
3  COCIDA 0.3 14.0933333333 0.0316403399336
4  CRUDA 0.3 20.0466666667 0.0316403399336
5  COCIDA 0.5 17.3000000000 0.0316403399336
6  CRUDA 0.5 26.1433333333 0.0316403399336
7  COCIDA 0.7 17.9900000000 0.0316403399336
8  CRUDA 0.7 27.7100000000 0.0316403399336
9  COCIDA 0.9 18.3233333333 0.0316403399336
10 CRUDA 0.9 28.2933333333 0.0316403399336
```

> # Análisis de varianza para F-parciales.

Analysis of Variance Table

Response: CAST	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
----------------	----	--------	---------	---------	--------



```

TRAT      1 17.040403333 17.040403333 13.38108 0.0032781 **
TRAT2     1  1.890192857  1.890192857  1.48428 0.2465167
Residuals 12 15.281643810  1.273470317
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> # Regresi?n del modelo completo
Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.886190476 -0.453619048  0.606476191  0.751047619  0.912285714

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 15.859440476  0.947561278 16.73711 1.1034e-09 ***
TRAT        -1.535238095  4.473441228 -0.34319  0.73739
TRAT2       5.303571429  4.353211591  1.21831  0.24652
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.12848142 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.553328171, Adjusted R-squared:
0.478882866
F-statistic: 7.43268058 on 2 and 12 DF, p-value: 0.00794202732

5.30357 * (2 * L) - 1.535238

Óptimo C* = 0.1447 ~ 0.14

MASA = CRUDA
      Df    Sum Sq    Mean Sq  F value    Pr(>F)
TRAT    1 199.743603 199.7436033 104.7722 1.372e-07 ***
Residuals 13  24.783930  1.9064562
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> # An?lisis de varianza para F-parciales.
Analysis of Variance Table

Response: CAST
      Df    Sum Sq    Mean Sq  F value    Pr(>F)
TRAT    1 199.74360333 199.74360333 123.51876 1.1313e-07 ***
TRAT2    1  5.37859286  5.37859286  3.32605  0.093179 .
Residuals 12 19.40533714  1.61711143
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> # Regresi?n del modelo completo

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.080857143 -0.453285714  0.488476191  0.823047619  1.220952381

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 16.31160714  1.06778266 15.27615 3.1541e-09 ***
TRAT        21.84809524  5.04100695  4.33407 0.00097171 ***

```



```
TRAT2      -8.94642857  4.90552323 -1.82375 0.09317917 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.27165696 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.913572572,    Adjusted R-squared:
0.899168001
F-statistic: 63.4224063 on 2 and 12 DF,  p-value: 4.16782546e-07

> DERIV2
21.84809 - 8.946428 * (2 * L)

Óptimo C* = 1.221 ~ 1.2
```

ANOVA PARA H (Tonalidad) - Experimento factorial de 2x5 (masas)x(tratamientos)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
masa	1	496.214670	496.214670	18503.96532	< 2.22e-16	***
trat	4	59.844267	14.961067	557.90180	< 2.22e-16	***
masa:trat	4	141.480480	35.370120	1318.96035	< 2.22e-16	***
Residuals	20	0.536333	0.026817			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
CV. = 0.1979

Tables of means

Grand mean

82.735

masa

COCIDA CRUDA

78.67 86.80

trat

0.1 0.3 0.5 0.7 0.9

81.16 85.36 82.74 82.11 82.30

masa:trat

trat

masa 0.1 0.3 0.5 0.7 0.9

COCIDA 79.76 83.95 77.04 76.24 76.34

CRUDA 82.56 86.78 88.44 87.97 88.25

Standard errors for differences of means

masa trat masa:trat

0.05980 0.09455 0.13371

replic. 15 6 3

> interactionMeans(modell)

	masa	trat	adjusted mean	std. error
1	COCIDA	0.1	79.763333333333	0.0945456973579
2	CRUDA	0.1	82.563333333333	0.0945456973579
3	COCIDA	0.3	83.946666666667	0.0945456973579
4	CRUDA	0.3	86.783333333333	0.0945456973579



```

5  COCIDA  0.5  77.0433333333  0.0945456973579
6  CRUDA  0.5  88.4433333333  0.0945456973579
7  COCIDA  0.7  76.2433333333  0.0945456973579
8  CRUDA  0.7  87.9700000000  0.0945456973579
9  COCIDA  0.9  76.3433333333  0.0945456973579
10 CRUDA  0.9  88.2500000000  0.0945456973579

```

```

          Df      Sum Sq   Mean Sq  F value   Pr(>F)
TRAT      1  63.4525633  63.4525633 12.49227 0.003664 **
Residuals 13  66.0314767   5.0793444

```

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> # Analisis de varianza para F-parciales.

```

Analysis of Variance Table

Response: HTONAL

```

          Df      Sum Sq   Mean Sq  F value   Pr(>F)
TRAT      1  63.45256333  63.45256333 11.69288 0.0050834 **
TRAT2     1   0.91228810   0.91228810   0.16811 0.6890185
Residuals 12  65.11918857   5.42659905

```

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> # Regresion del modelo completo

```

Residuals:

```

          Min           1Q           Median           3Q           Max
-2.282761905 -1.531904762 -1.091047619   0.905428571   4.080285714

```

Coefficients:

```

          Estimate Std. Error  t value   Pr(>|t|)
(Intercept) 81.67746429  1.95603562 41.75663 2.3073e-14 ***
TRAT        -3.58714286   9.23445331  -0.38845   0.70449
TRAT2       -3.68452381   8.98626519  -0.41002   0.68902

```

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Residual standard error: 2.32950618 on 12 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.497087142, Adjusted R-squared: 0.413268333

F-statistic: 5.93049633 on 2 and 12 DF, p-value: 0.0161791773

-(3.58714 + 3.68452 * (2 * L))

Óptimo para H = 0

MASA = CRUDA

```

          Df      Sum Sq   Mean Sq  F value   Pr(>F)
TRAT      1  47.32608  47.3260800 24.5595 0.00026274 ***
Residuals 13  25.05096   1.9269969

```

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> # Analisis de varianza para F-parciales.

```

Analysis of Variance Table

Response: HTONAL



```

          Df      Sum Sq      Mean Sq  F value      Pr(>F)
TRAT      1 47.32608000 47.32608000 159.2931 2.7506e-08 ***
TRAT2     1 21.48575238 21.48575238  72.3181 2.0007e-06 ***
Residuals 12  3.56520762  0.29710063
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> # Regresi?n del modelo completo
Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.813238095 -0.309523810  0.217523809  0.371476191  0.588761905

Coefficients:
              Estimate      Std. Error  t value      Pr(>|t|)
(Intercept)  80.622238095    0.457682895 176.15305 < 2.22e-16 ***
TRAT         24.160952381    2.160723088  11.18188 1.0578e-07 ***
TRAT2        -17.880952381    2.102650803  -8.50400 2.0007e-06 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 0.545069385 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.95074118, Adjusted R-squared:  0.942531376
F-statistic: 115.805596 on 2 and 12 DF,  p-value: 1.4285783e-08

DERIV2
24.16095 - 17.88095 * (2 * L)

Óptimo para H cruda = 0.6756 ~ 0.68

```

Anexo 8 Resultados de la aceptabilidad del quispiño a tres porcentajes de cal

N° Panelista	Edad(Años)	Cod. Muestra	0.5 % Cal	0.7 % Cal	0.9 % Cal
1	26	Sabor	4	4	2
		Color	4	3	3
		Aspecto	3	3	3
		Olor	3	2	2
2	45	Sabor	5	5	4
		Color	5	4	4
		Aspecto	5	4	4
		Olor	5	4	2
3	33	Sabor	4	2	3
		Color	2	2	3
		Aspecto	2	3	2
		Olor	1	3	2
4	23	Sabor	3	4	3
		Color	4	4	3
		Aspecto	4	4	4
		Olor	4	3	4
5	23	Sabor	4	4	3
		Color	3	3	3
		Aspecto	3	4	3
		Olor	3	4	3
6	22	Sabor	4	3	2
		Color	4	3	4
		Aspecto	3	3	3
		Olor	2	3	4
7	24	Sabor	3	4	2
		Color	3	3	3
		Aspecto	4	4	4
		Olor	3	3	3
8	24	Sabor	3	2	1
		Color	4	4	3
		Aspecto	4	3	2
		Olor	4	3	3
9	23	Sabor	4	4	2
		Color	3	2	2
		Aspecto	3	3	2
		Olor	4	2	2
10	19	Sabor	5	3	5
		Color	4	3	4
		Aspecto	4	3	4
		Olor	2	2	5
11	22	Sabor	3	3	4
		Color	4	4	4
		Aspecto	5	2	4
		Olor	3	2	3
12	26	Sabor	5	4	2



		Color	5	5	3
		Aspecto	0	4	2
		Olor	4	3	2
13	19	Sabor	5	5	4
		Color	4	4	3
		Aspecto	4	4	3
		Olor	4	5	4
14	21	Sabor	4	4	2
		Color	2	2	2
		Aspecto	4	3	4
		Olor	2	2	2
15	27	Sabor	4	3	2
		Color	3	4	3
		Aspecto	4	4	3
		Olor	4	3	2
16	20	Sabor	2	5	1
		Color	5	4	2
		Aspecto	5	4	4
		Olor	2	4	2
17	21	Sabor	3	3	2
		Color	4	3	3
		Aspecto	3	3	3
		Olor	4	3	3
18	20	Sabor	4	5	3
		Color	4	4	4
		Aspecto	4	5	4
		Olor	5	5	4
19	20	Sabor	3	5	5
		Color	3	4	4
		Aspecto	3	3	3
		Olor	4	3	3
20	20	Sabor	4	2	5
		Color	5	3	4
		Aspecto	5	3	5
		Olor	4	5	4
21	18	Sabor	5	3	5
		Color	5	3	3
		Aspecto	3	5	5
		Olor	5	1	5
22	20	Sabor	5	5	5
		Color	3	3	4
		Aspecto	4	4	4
		Olor	5	4	4
23	19		4	4	4
		Color	5	4	4
		Aspecto	5	4	3
		Olor	4	3	5
24	19	Sabor	4	4	5
		Color	4	4	3



		Aspecto	3	4	4
		Olor	4	3	5
25	21	Sabor	3	2	4
		Color	4	5	4
		Aspecto	4	4	4
		Olor	4	4	3
26	20	Sabor	3	3	2
		Color	2	3	3
		Aspecto	4	4	4
		Olor	3	3	3
27	19	Sabor	5	5	3
		Color	4	5	2
		Aspecto	4	5	4
		Olor	4	5	3
28	20	Sabor	4	4	4
		Color	3	4	3
		Aspecto	4	3	4
		Olor	3	4	3
29	20	Sabor	4	3	2
		Color	3	2	3
		Aspecto	4	3	3
		Olor	4	3	2
30	18	Sabor	4	5	1
		Color	4	4	4
		Aspecto	3	3	2
		Olor	4	4	2
31	19	Sabor	5	5	3
		Color	5	5	3
		Aspecto	5	5	4
		Olor	5	5	3
32	20	Sabor	2	3	2
		Color	3	3	3
		Aspecto	3	3	3
		Olor	4	4	4
33	20	Sabor	3	4	2
		Color	3	4	4
		Aspecto	2	4	4
		Olor	2	4	3
34	27	Sabor	3	5	2
		Color	5	5	4
		Aspecto	5		4
		Olor	4	4	4
35	46	Sabor	5	4	5
		Color	4	5	5
		Aspecto	4	5	5
		Olor	5	4	4
36	42	Sabor	4	5	5
		Color	4	4	5
		Aspecto	4	5	5



37	38	Olor	4	5	5
		Sabor	4	4	3
		Color	4	4	4
		Aspecto	4	4	3
38	28	Olor	5	4	4
		Sabor	5	4	5
		Color	4	4	5
		Aspecto	5	5	4
39	67	Olor	4	5	5
		Sabor	4	4	5
		Color	5	3	4
		Aspecto	4	5	3
40	26	Olor	5	4	4
		Sabor	4	4	2
		Color	4	3	3
		Aspecto	3	3	3
		Olor	3	2	2

Anexo 9 Recolección de datos - Prueba de aceptabilidad del quispíño por el panel sensorial (Estudiantes de la EPIAI de la UNA Puno)



Anexo 10 ANOVA del primer objetivo

Análisis de coeficientes para el color L en la masa cocida*

Tipo	Estimados	Error estándar	t value	Pr(> t)	Sign.
Intercepto	48.194	0.912	52.827	1.3923e-15	***
% de cal	-28.125	4.307	-6.530	2.8098e-05	***
% de cal 2	21.113	4.191	5.038	0.00029051	***

*Análisis de coeficientes para masa cruda y L**

Tipo	Estimados	Error estándar	t value	Pr(> t)	Sign.
Intercepto	73.944	0.687	107.656	< 2.22e-16	***
% de cal	-11.141	3.243	-3.436	0.0049314	**
% de cal 2	4.280	3.156	1.356	0.1999755	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*Análisis de varianza (ANOVA) para a**

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
Masa	1	34.561	34.561	18063.415	< 2.22e-16	***
% de cal	4	8.103	2.026	1058.748	< 2.22e-16	***
Masa: % de cal	4	15.205	3.801	1986.694	< 2.22e-16	***
Residuales	20	0.038	0.002			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

C.V. = 1.9 %

ANOVA para F-parciales de a en masa cocida*

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
% de cal	1	9.296	9.296	14.530	0.025	**
% de cal2	1	0.208	0.209	0.326	0.579	
Residuales	12	7.677	0.640			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*Análisis de coeficientes para masa cocida y a**

Tipo	Estimados	Error estándar	t value	Pr(> t)	Sign.
Intercepto	2.289	0.672	3.407	0.005	**
% de cal	1.021	3.171	0.322	0.753	
% de cal 2	1.762	3.086	0.571	0.579	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*ANOVA para F-parciales en masa cruda de a**

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
% de cal	1	3.427	3.427	72.26858	2.0079e-06	***
% de cal2	1	2.167	2.167	45.69222	2.0160e-05	***
Residuales	12	2.167	0.047			

*Análisis de coeficientes para masa cruda de a**

Tipo	Estimados	Error estándar	t value	Pr(> t)	Sign.
Intercepto	3.044	0.183	16.649	1.1729e-09	***
% de cal	-7.369	0.863	-8.536	1.9249e-06	***
% de cal 2	5.679	0.840	6.760	2.0160e-05	***

*ANOVA para b**

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
Masa	1	451.089	451.089	139368.372	< 2.22e-16	***
% de cal	4	191.681	47.920	14805.466	< 2.22e-16	***
Masa: % de cal	4	64.805	16.201	5005.557	< 2.22e-16	***
Residuales	20	0.065	0.003			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 C.V. = 0.279 %

*ANOVA para F-parciales en masa cocida b**

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
% de cal	1	13.015	13.015	12.693	0.004	***
% de cal2	1	1.786	1.786	1.741	0.212	
Residuales	12	12.305	1.025			

*Análisis de coeficientes para masa cocida de b**

Tipo	Estimados	Error estándar	t value	Pr(> t)	Sign.
Intercepto	15.710	0.850	18.477	3.5099e-10	***
% de cal	-1.861	4.014	-0.464	0.651	
% de cal 2	5.155	3.906	1.3196	0.212	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*ANOVA para F-parciales de la masa cruda b**

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
% de cal	4	204.520	204.520	129.859	8.5828e-08	***
% de cal2	4	6.027	6.027	3.827	0.074	.
Residuales	20	18.899	1.575			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*ANOVA para F-parciales de la masa cruda de b**

Tipo	Estimados	Error estándar	t value	Pr(> t)	Sign.
Intercepto	16.099	1.054	15.277	3.1517e-09	***
% de cal	22.525	4.975	4.528	0.001	***
% de cal 2	-9.470	4.841	-1.956	0.074	.

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*ANOVA para C**

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
Masa	1	415.3008	415.301	138279.960	< 2.22e-16	***
% de cal	4	201.593	50.398	16780.845	< 2.22e-16	***
Masa: % de cal	4	57.086	14.271	4751.872	< 2.22e-16	***
Residuales	20	0.060	0.003			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 C.V. = 0.2665 %

ANOVA para F-parciales de C en masa cocida*

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
% de cal	1	17.040	17.040	13.381	0.003	**
% de cal2	1	1.890	1.890	1.484	0.247	
Residuales	12	15.281	1.273			

Análisis de coeficientes C para masa cocida*

Tipo	Estimados	Error estándar	t value	Pr(> t)	Sign.
Intercepto	15.859	0.948	16.737	1.1034e-09	***
% de cal	1.535	4.473	-0.343	0.737	
% de cal 2	5.304	4.353	1.218	0.246	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*ANOVA de la masa cruda en C**

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
% de cal	1	199.743	199.744	104.772	1.372e-07	***
Residuales	13	24.784	1.906			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*ANOVA de la masa cruda en C**

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign
% de cal	1	199.744	199.744	123.519	1.1313e-07	***
% de cal2	1	5.378	5.379	3.326	0.093179	.
Residuales	13	19.405	1.617			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*ANOVA de la masa cruda en C**

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign
% de cal	1	199.744	199.744	123.519	1.1313e-07	***
% de cal2	1	5.379	5.3786	3.326	0.093	.
Residuales	13	19.405	1.617			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*Análisis de coeficientes para masa cruda en C**

Tipo	Estimados	Error estándar	t value	Pr(> t)	Sign
Intercepto	16.312	1.068	15.276	3.1541e-09	***
% de cal	21.848	5.041	4.334	0.001	***
% de cal 2	-8.946	4.906	-1.823	0.093	.

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*ANOVA para H**

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
Masa	1	496.215	496.215	18503.965	< 2.22e-16	***
% de cal	4	59.844	14.961	557.902	< 2.22e-16	***
Masa: % de cal	4	141.480	35.370	1318.960	< 2.22e-16	***
Residuales	20	0.536	0.027			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 C.V. = 0.1979 %

*ANOVA en masa cocida para H**

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
% de cal	1	63.453	63.453	12.492	0.004	**
Residuales	13	66.032	5.079			

*ANOVA para F-parciales en masa cocida para H**

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
% de cal	1	63.453	63.453	11.693	0.005	**
% de cal2	1	0.912	0.912	0.168	0.689	
Residuales	13	65.119	5.426			

*ANOVA en masa cruda para H**

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign.
% de cal	1	47.326	47.326	24.560	0.000	***
Residuales	13	25.051	1.927			

ANOVA para F-parciales de la masa cruda

Tipo	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	p-valor	Sign
% de cal	1	47.326	47.326	159.293	2.7506e-08	***
% de cal2	1	21.486	21.486	72.318	2.0007e-06	***
Residuales	12	3.565	0.297			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Análisis de coeficientes para masa cruda

Tipo	Estimados	Error estándar	t value	Pr(> t)	Sign.
Intercepto	80.622	0.458	176.153	< 2.22e-16	***
% de cal	24.161	2.161	11.182	1.0578e-07	***
% de cal 2	-17.881	2.103	-8.504	2.0007e-06	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Carmen Gisela Mindani Cáceres,
identificado con DNI 01345628 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Doctorado en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente,

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

**“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CAL EN LAS PROPIEDADES CROMÁTICAS DEL
QUISPIÑO ANCESTRAL ”**

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno, 15 de abril del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Carmen Gisela Mindani Cáceres,
identificado con DNI 01345628 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Doctorado en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente,

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CAL EN LAS PROPIEDADES CROMÁTICAS DEL QUISPIÑO
ANCESTRAL”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

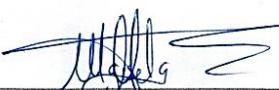
En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno, 15 de abril del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella