





















Document Information

Analyzed document	BORRADOR DE TESIS_Fernando Huayta.pdf (D150007430)
Submitted	2022-11-17 15:04:00
Submitted by	Jhony Arisaca
Submitter email	aj.arisaca@unaj.edu.pe
Similarity	6%
Analysis address	aj.arisaca.unaj@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA / Proyecto de tesis_Anderson_con visto bueno.pdf Document Proyecto de tesis_Anderson_con visto bueno.pdf (D109717980) Submitted by: oluque@unaj.edu.pe Receiver: oluque.unaj@analysis.arkund.com		1
SA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA / 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Quispe.pdf Document 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Quispe.pdf (D108895416) Submitted by: juliogallegos01@gmail.com Receiver: juliogallegos01.unaj@analysis.arkund.com		9
SA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA / PERFIL DE TESIS NIKO TURRONE DE QUINUA NEGRA final.pdf Document PERFIL DE TESIS NIKO TURRONE DE QUINUA NEGRA final.pdf (D117792813) Submitted by: juliogallegos01@gmail.com Receiver: juliogallegos01.unaj@analysis.arkund.com		2
W	URL: http://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/8816 Fetched: 2022-11-17 15:11:00		2
SA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA / TESIS UNAJ 2021 CORREGIDA_Royer_OK (1).pdf Document TESIS UNAJ 2021 CORREGIDA_Royer_OK (1).pdf (D108895418) Submitted by: juliogallegos01@gmail.com Receiver: juliogallegos01.unaj@analysis.arkund.com		1
W	URL: https://lirias.kuleuven.be/retrieve/545411 Fetched: 2022-10-06 14:09:02		2
W	URL: https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-DatosEnEspanol/ Fetched: 2022-11-17 15:10:00		2
SA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA / PROYECTO DE TESIS- MILDRE ROSIO YANA (2).pdf Document PROYECTO DE TESIS- MILDRE ROSIO YANA (2).pdf (D108895417) Submitted by: juliogallegos01@gmail.com Receiver: juliogallegos01.unaj@analysis.arkund.com		1
SA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA / Borrador de tesis; Jover Y. Paredes E..docx Document Borrador de tesis; Jover Y. Paredes E..docx (D102357363) Submitted by: oluque@unaj.edu.pe Receiver: oluque.unaj@analysis.arkund.com		3
SA	AvilaZavaletaAdyBregette.docx Document AvilaZavaletaAdyBregette.docx (D119252972)		2
SA	EF__ AvilaZavaletaAdyBregette_PeredaCalderon_WendyGeraldine.docx Document EF__ AvilaZavaletaAdyBregette_PeredaCalderon_WendyGeraldine.docx (D141593363)		1

SA	Documento de trabajo de titulación Srta. Luna María Eugenia 10 08 2021.pdf Document Documento de trabajo de titulación Srta. Luna María Eugenia 10 08 2021.pdf (D111192804)	 2
SA	Aguilar Marcillo Desarrollo de una formulación para la elaboración de una galleta libre de gluten con un alto valor proteínico enriquecida con Spirulina platensis.docx Document Aguilar Marcillo Desarrollo de una formulación para la elaboración de una galleta libre de gluten con un alto valor proteínico enriquecida con Spirulina platensis.docx (D40888320)	 1
W	URL: http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1852 Fetched: 2022-11-17 15:06:00	 1
SA	Nataly Llumiquinga - tesis-final.docx Document Nataly Llumiquinga - tesis-final.docx (D127290022)	 3
W	URL: https://doi.org/10.3390/foods11131909 Fetched: 2022-11-17 15:07:00	 1
SA	Anghela Briggritt Ancalla Cueva-PT-IIA.pdf Document Anghela Briggritt Ancalla Cueva-PT-IIA.pdf (D125407276)	 1
W	URL: https://doi.org/10.9734/arrb/2015/13492 Fetched: 2022-11-17 15:11:00	 1
W	URL: https://doi.org/10.33263/BRIAC116.1473614750 Fetched: 2022-11-17 15:10:00	 1
SA	PAOLA GERALDINE DÍAZ RUIZ Y NICOLLE ZULUETA CAMPOS-IFT-IIA.pdf Document PAOLA GERALDINE DÍAZ RUIZ Y NICOLLE ZULUETA CAMPOS-IFT-IIA.pdf (D142242374)	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS "OPTIMIZACIÓN DEL PORCENTAJE DE ADICIÓN DE HARINA DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd.) NEGRA COLLANA Y SPIRULINA (Arthrospira platensis) EN LA ELABORACIÓN DE QUEQUE CON ALTO VALOR PROTEICO"

Fernando Huayta Quispe

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Asesor(a):

Mg. Tania Jakeline Choque Rivera Co-asesor: M. Sc. Lenin Quille Quille Juliaca, 2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Huayta-Quispe, F (2022).

Optimización del porcentaje de adición de harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Negra Collana y Spirulina (Arthrospira platensis) en la elaboración de queque con alto valor proteico. (

Tesis de ingeniería). Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca. AUTOR: Fernando Huayta Quispe TÍTULO:

Optimización del porcentaje de adición de harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) negra collana y spirulina (Arthrospira platensis) en la elaboración de queque con alto valor proteico.

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2022 DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (134 pp) NOTA: Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias - Universidad Nacional de Juliaca.

CÓDIGO: NOTA: Incluye bibliografía. ASESOR:

Mg. Tania Jakeline Choque Rivera PALABRAS CLAVE: Hierro, proteína, quinua negra, spirulina

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA FACULTAD DE INGENIERÍA EN PROCESOS INDUSTRIALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS "OPTIMIZACIÓN DEL PORCENTAJE DE ADICIÓN DE HARINA DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd.) NEGRA COLLANA Y SPIRULINA (Arthrospira platensis) EN LA ELABORACIÓN DE QUEQUE CON ALTO VALOR PROTEICO"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Presentado por: FERNANDO HUAYTA QUISPE Dr. Sc.

Olivia Magaly Luque Vilca, PRESIDENTE DE JURADO M. Sc.

Silvana Lisset Aguilar Tuesta, JURADO (Secretario) 2º MIEMBRO Mg. Carlos Ricardo Hanco Cervantes JURADO (Vocal) 3º MIEMBRO

Mg. Tania Jakeline Choque Rivera

ASESOR DE TESIS _____ M. Sc. Lenin Quille Quille

CO-ASESOR DE TESIS

iii DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por darme la fuerza necesaria para la realización de mis proyectos. A mis queridos padres A. Huayta, y L. Quispe, del mismo modo a mi hermano R. Huayta, cuyo estímulo, apoyo y esfuerzo invaluable, hicieron posible la culminación de mi carrera profesional, así mismo, a Lupe, me ayudaste hasta donde más lo pudiste, fueron mi inspiración y motivación. A ellos está dedicado el logro de cada una de mis metas profesionales, ustedes fueron el ingrediente perfecto para poder lograr alcanzar esta dichosa y muy merecida victoria en mi vida, porque mis logros son los suyos también.

iv AGRADECIMIENTO Expreso mis sinceros agradecimientos: – A mis padres A. Huayta, L. Quispe, y mi hermano R. Huayta, quienes me apoyaron incondicionalmente a lo largo de este camino para convertirme en ingeniero, ser grato con ustedes familia porque se preocuparon por mí, en cada momento, y que siempre buscan lo mejor para mi porvenir. – A Lupe, el apoyo que me has brindado ha sido sumamente importante, y lograr esta dichosa y muy merecida victoria en mi vida, y poder disfrutar del privilegio de ser agradecido. – A mi centro de estudios y docentes de la Universidad Nacional de Juliaca, por haberme brindado conocimientos académicos, personales y profesionales en mi etapa de alumno y tesista. – A los docentes de la Universidad Nacional del Centro del Perú – del programa Tecnología y Gestión de Calidad de Alimentos, por brindarme sus conocimientos y consejos. – A mi asesora, Mg. Tania Jakeline Choque Rivera, por su guía en el proceso de ejecución del presente trabajo de investigación. – A mi Co-asesor: M. Sc. Lenin Quille Quille, por sus aportes y consejos para la culminación exitosa de mi investigación. – A mis jurados Dr. Sc. Olivia Magaly Luque Vilca, M. Sc. Silvana Lisset Aguilar Tuesta, Mg. Carlos Ricardo Hanco Cervantes por la orientación y consejos. – Mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que de alguna u otra forma trabajaron conmigo para culminar el siguiente trabajo de investigación, una de las más importantes de mi carrera profesional. – Con la pasión con la que describo el perfecto e incondicional apoyo de cada uno de ustedes, fue el mismo con el que desarrollé cada parte y punto de esta tesis, y por esto mismo puedo afirmar su culminación exitosa y agrado para cada uno de sus lectores.

v	ÍNDICE GENERAL DEDICATORIA	iii AGRADECIMIENTO
	.....	iv ÍNDICE
GENERAL.....	.....	v ÍNDICE DE TABLAS
.....	.....	ix ÍNDICE DE FIGURAS
.....	.....	xi ÍNDICE DE ANEXOS
.....	.....	xiii RESUMEN
.....	.....	xiv ABSTRACT
.....	.....	xv RESUMO
.....	.....	xvi INTRODUCCIÓN
.....	.....	xvii CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1.1.
PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	.....	1 1.2.
OBJETIVOS.....	.....	2 1.2.1. Objetivos
generales.....	.....	2 1.2.2. Objetivo específico
.....	.....	2 1.3. JUSTIFICACIÓN
.....	.....	2 CAPÍTULO II REVISIÓN
DE LA LITERATURA 2.1. ANTECEDENTES .....	.....	4 2.2. QUINUA
.....	.....	6 2.2.1. Aspectos generales de la quinua
.....	.....	6 2.2.2. Clasificación taxonómica.....
INIA 420 Negra Collana .....	.....	7 2.2.3.
.....	.....	8 2.2.4. Composición nutricional.
.....	.....	9 2.2.5. Propiedades funcionales de la harina de quinua
10 2.2.6. Potencial de la harina de quinua en la industria alimentaria .....	.....	11
vi 2.3. SPIRULINA .....	.....	14 2.3.1. Aspectos generales de la spirulina
.....	.....	14 2.3.2. Clasificación taxonómica.....
Valor nutricional de la spirulina .....	.....	15 2.3.3.
industria alimentaria .....	.....	15 2.3.4. La spirulina y la innovación de alimentos en la
.....	.....	18 2.3.5. Presentación de productos con adición de spirulina en el mercado peruano
PROTEÍNA .....	.....	18 2.4.
.....	.....	20 2.5. HIERRO
.....	.....	20 2.6. OPTIMIZACIÓN DE FORMULACIONES EN LA INDUSTRIA
ALIMENTARIA. ....	.....	21 2.5.1. Elementos de la teoría de optimización
optimización. ....	.....	21 2.5.2. Técnicas de
RESPUESTA 22 2.7.1. Metodología de la superficie de respuesta (RSM) .....	.....	21 2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS CON
pendiente .....	.....	22 2.7.2. Método de la máxima
22 2.7.4. Punto estacionario .....	.....	22 2.7.3. Localización del óptimo
canónico.....	.....	23 2.7.5. Análisis
.....	.....	24 2.7.6. Caracterización de la superficie
.....	.....	24 2.7.7. Error de predicción
QUEQUE .....	.....	27 2.8.
.....	.....	27 2.8.1. Aspectos generales del queque
.....	.....	27 2.8.2. Criterios fisicoquímicos y microbiológicos
2.6. Calculo porcentual de panadería .....	.....	27
.....	.....	29 2.6.1. Porcentaje
.....	.....	29 2.6.2. Porcentaje panadero
.....	.....	29 2.7. ANÁLISIS SENSORIAL
29 3.5.1. Pruebas sensoriales afectivas .....	.....	29 2.7. ANÁLISIS SENSORIAL
.....	.....	29 3.5.2. Escalas pictóricas y pruebas con niños
.....	.....	31 3.5.3. Prueba de aceptabilidad
.....	.....	31

vii	CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	3.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	32	3.1.1.
	Hipótesis general		32	3.1.2. Hipótesis específica
		3.2. ÁMBITO DE ESTUDIO		
32	3.3. MATERIALES		32	3.3.1. Materia prima
		3.3.2. Insumos		
		3.3.3. Equipos e instrumentos		
		3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL		35
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL		37	3.6. DIAGRAMA EXPERIMENTAL
		3.7. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS		40
3.7.1.	Análisis fisicoquímico de la materia prima		40	3.7.2. Análisis fisicoquímico y estadístico para el primer objetivo
			40	3.7.3. Análisis fisicoquímico y estadístico para el segundo objetivo
			40	3.7.4. Análisis sensorial y estadístico para el tercer objetivo
	ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA MATERIA PRIMA		42	
	LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PORCENTAJE DE LA ADICIÓN DE HARINA DE QUINUA NEGRA COLLANA Y SPIRULINA SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LA ELABORACIÓN DE QUEQUES.		43	4.3. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HIERRO DE LOS QUEQUES CON ALTO CONTENIDO DE PROTEÍNA.
	ACEPTABILIDAD DE LOS QUEQUES CON MAYOR CONTENIDO DE PROTEÍNA Y HIERRO.		65	4.4.
			65	4.5.
	ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL		68	
viii				
	CAPÍTULO			
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	5.1. CONCLUSIONES	70	5.2.
	RECOMENDACIONES		70	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
			72	ANEXOS
			91	
ix	ÍNDICE DE TABLAS	Tabla 1:		
	Composición química de la quinua INIA 420 Negra Collana		9	Tabla 2: Características bromatológicas de la quinua INIA 420 Negra Collana
			9	Tabla 3: Propiedades funcionales de la quinua
	Composición Físico-Química de la quinua en diferentes presentaciones		11	Tabla 4: Características fisicoquímicas de la harina de quinua y trigo
			12	Tabla 5: Características fisicoquímicas de la harina de quinua y trigo
	Tabla 6: Contenido de hierro en diferentes panes elaborados en investigaciones		12	Tabla 6: Contenido de hierro en diferentes panes elaborados en investigaciones
	Tabla 7: Comparación de investigaciones de las propiedades fisicoquímicas de productos elaborados con harina de quinua		13	Tabla 7: Comparación de investigaciones de las propiedades fisicoquímicas de productos elaborados con harina de quinua
			13	Tabla 8: Composición proximal de la spirulina
	Tabla 9: Contenido de minerales en la spirulina		16	Tabla 9: Contenido de minerales en la spirulina
			16	Tabla 10: Contenido de vitaminas en la spirulina
	Tabla 11: Contenido de lípidos en la spirulina		17	Tabla 11: Contenido de lípidos en la spirulina
			17	Tabla 12: Composición de aminoácidos en la spirulina
	Tabla 13: Comparación de investigaciones de las propiedades fisicoquímicas de productos elaborados con spirulina		19	Tabla 13: Comparación de investigaciones de las propiedades fisicoquímicas de productos elaborados con spirulina
			19	Tabla 14: Valores requeridos de consumo de proteína al día
	Tabla 15: Valores requeridos de consumo de hierro al día		20	Tabla 15: Valores requeridos de consumo de hierro al día
			20	Tabla 16: Criterios fisicoquímicos para queques
			28	Tabla 17: Criterios microbiológicos para queques
			28	Tabla 18: Características organolépticas
			28	Tabla 19: Formulación para la elaboración de queque proteico
	Tabla 20: Porcentaje de adición de harina de quinua Negra Collana y Spirulina		37	Tabla 20: Porcentaje de adición de harina de quinua Negra Collana y Spirulina
			37	Tabla 21: Número de tratamientos
			37	Tabla 22: Análisis de la materia prima
			42	Tabla 23: Resultado fisicoquímico de los diferentes tratamientos
			43	Tabla 24: Análisis de la varianza del contenido de proteína en la elaboración de queque
			44	Tabla 25: Análisis de la varianza del contenido de proteína en la elaboración de queque
			48	Tabla 26: Análisis de comparación en parejas de Tukey y una confianza de 95%
			48	Tabla 27: Análisis de la varianza del contenido de humedad en la elaboración de queque
			54	Tabla 28: Análisis de la varianza del contenido de ceniza en la elaboración de queque
			56	Tabla 29: Análisis de la varianza del contenido de acidez en la elaboración de queque
			57	Tabla 30: Análisis de varianza del contenido de peróxido en la elaboración de queque
			59	Tabla 31: Resultado del análisis de hierro de los queques
			61	
x	Tabla 32: Comparación de contenido de hierro en matrices alimentarias elaboradas con adición de spirulina		64	Tabla 32: Comparación de contenido de hierro en matrices alimentarias elaboradas con adición de spirulina
			64	Tabla 33: Comparación de contenido de hierro en matrices alimentarias elaboradas con harina de quinua
			65	Tabla 34: Prueba de Friedman: Aceptabilidad vs. Tratamiento, Jueces
			65	Tabla 35: Composición fisicoquímica del producto final
			68	Tabla 36: Análisis microbiológico del producto final
			69	

xi	ÍNDICE DE FIGURAS	Figura 1: Variedad de granos de quinua	7	Figura 2: Quinua variedad INIA 420 Negra Collana	8
		Figura 3: Vista microscópica de la Spirulina	14	Figura 4: Elementos de optimización	21
		Figura 5: Superficie ajustada con un Modelo de primer orden	22	Figura 6: Diagrama de diseño experimental de segundo orden	22
		Figura 7: (a) Punto de respuesta mínima – valle, (b) punto de respuesta máxima – loma, (c) punto silla – silla de montar	23	Figura 8: Identificación del punto estacionario	24
		Figura 9: Grafico tipo loma ascendente	23	Figura 10: Grafico tipo cordillera estacionaria	25
		Figura 11: Gráfico de contorno lineal	25	Figura 12: Grafico de análisis de cordillera	26
		Figura 13: Análisis de cordillera, puntos óptimos	26	Figura 14: a) Diagrama de contorno para el error, b) superficie de respuesta para el error	27
		Figura 15: Clasificación de las pruebas sensoriales afectivas	30	Figura 16: Escalada hedónica facial de 5 puntos	31
		Figura 17: Fluxograma de la elaboración de queque proteico con adición de harina de quinua negra y spirulina	35	Figura 18: Diagrama de operaciones para la elaboración de queque proteico con la adición de harina de quinua negra y spirulina	36
		Figura 19: Diagrama experimental de la investigación	39	Figura 20: Grafico de dispersión 3D para el porcentaje de proteína	45
		Figura 21: (a) Diagrama de interacción para harina de quinua negra, (b) diagrama de interacción para la spirulina, respecto al porcentaje proteína	46	Figura 22: (a) Diagrama de superficie de respuesta 3D, (b) diagrama de contorno respecto al porcentaje de proteína	47
		Figura 23: Grafico de intervalos de % Proteína vs Tratamiento	48	Figura 24: Diagrama de contorno de tratamiento optimo	49
		Figura 25: Diagrama de contorno para el error, b) superficie de respuesta para el error	50	Figura 26: Gráficos de rampa para la optimización	50
		Figura 27: Grafico de dispersión 3D para el porcentaje de humedad	55	Figura 28: Gráfico de dispersión 3D para el porcentaje de ceniza	57
		Figura 29: Gráfico de dispersión 3D para el porcentaje de acidez	58	Figura 30: Gráfico del efecto principal del % peróxido	59
		Figura 31: Gráfico de comparación de contenido de hierro	63	Figura 32: Grafico de intervalos de la aceptabilidad de los tratamientos	66
		Figura 33: Comparación de calificación entre niños vs niñas	67	Figura 38: Determinación de humedad de la materia prima harina de quinua negra y spirulina	94
		Figura 39: Determinación de humedad de la materia prima, harina de quinua negra y spirulina	94	Figura 40: Preparación y horneado de queques	94
		Figura 41: Tratamiento de queques elaborados	94	Figura 42: Determinación de la humedad de los queques	95
		Figura 43: Determinación de cenizas	95	Figura 44: Determinación de acidez expresado en ácido láctico de los queques	96
		Figura 45: Preparación de muestras y reactivos para el determinar peróxido	96	Figura 46: Determinación de peróxido de los queques	96
		Figura 47: Determinación de grasa por el método Soxhlet	97	Figura 48: Preparación de caldos de cultivo para el análisis microbiológico	97
		Figura 49: Verificación del cultivo para hongos	97	Figura 50: Análisis sensorial del queque aplicado en niños	98
xiii	ÍNDICE DE ANEXOS	Anexo 1. Análisis estadístico para el segundo objetivo – según Rstudio	91	Anexo 2. Tabla de valores críticos de Chi Cuadrada, bajo la probabilidad de que $H_0 \geq X^2$	93
		Anexo 3. Fotografías de la investigación	94	Anexo 4. Datos obtenidos del análisis sensorial - aceptabilidad	99
		Anexo 5. Formula panadera – porcentaje panadero	101	Anexo 6. Resultado obtenido del análisis de proteína para Spirulina (<i>Arthrospira platensis</i>)	102
		Anexo 7. Resultado obtenido del análisis de proteína para harina de Quinua INIA 420 - Negra Collana (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	103	Anexo 8. Resultado obtenido del % de proteína T0	104
		Anexo 9. Resultado obtenido del % de proteína T1	105	Anexo 10. Resultado obtenido del % de proteína T6	106
		Anexo 11. Resultado obtenido del % de hierro T0	107	Anexo 12. Resultado obtenido del % de hierro T1	108
		Anexo 13. Resultado obtenido del % de hierro T6	109	Anexo 14. Resultado de porcentaje de proteína – Replicas	110
		Anexo 15. Determinación de proteína	111	Anexo 16. Determinación de humedad:	112
		Anexo 17. Determinación de ceniza	112	Anexo 18. Determinación de acidez	113
		Anexo 19. Determinación de peróxido	113	Anexo 20. Determinación de grasa	114
		Anexo 21. Determinación de fibra	114	Anexo 22. Carbohidratos solubles	115
		Anexo 23. Análisis microbiológico – Moho	115	Anexo 24. Cartilla de evaluación sensorial de escala hedónica de cinco puntos	116
xiv	RESUMEN	La industria de la panificación tiene una gran demanda, así mismo una gran aceptación por la población rural y urbana, pero estas padecen de innovación y dar valor agregado a estos productos en cuanto al valor nutricional, la harina de quinua INIA – 420 Negra Collana y Spirulina pueden ser agregados a muchas matrices alimentarias de innovación al ser fuente de proteínas, hierro y otros compuestos, y puedan minimizar la desnutrición. El objetivo de la investigación fue optimizar los porcentajes de adición de harina de quinua INIA – 420 Negra Collana y Spirulina para la elaboración de queques con alto valor proteico, la			

formulación del queque se realizó mediante el porcentaje verdadero. Primero se determinó los porcentajes óptimos de adición de harina de quinua negra y spirulina en 13 tratamientos de queque mediante el modelo de superficie de respuesta y diseño central compuesto; segundo se determinó el contenido de hierro de dos queques con alto contenido de proteína mediante el diseño completamente al azar (DCA); finalmente se sometió al análisis de aceptabilidad, mediante la metodología de escala hedónica facial de 5 puntos, con la participación de 100 jurados (niños), analizado mediante la prueba de Friedman. El mejor tratamiento el T1 (34.1 % harina de quinua negra y 2.0 % spirulina) obtuvo 8.72 % proteína, 18 % humedad, 0.42 % acidez, 1.84 % ceniza y 1.42 me/kg de peróxido, seguido del T6 (8.57 % proteína); así mismo el queque con mayor contenido de hierro fue el T1 con 3.414 mg/100g de hierro, finalmente el queque T0 (0% de harina de quinua negra y spirulina) obtuvo mayor aceptabilidad seguido del T1 (34.1 % harina de quinua negra y 2.0 % spirulina). En conclusión, la harina de quinua INIA 420 – Negra Collana y Spirulina aportan valor nutricional en cuanto a los porcentajes de proteína y hierro, la combinación de la harina de quinua INIA - 420 Negra Collana y spirulina como ingredientes para la elaboración de queques dirigido a la alimentación infantil se considera prometedor, ya que contribuirá a la salud nutricional, así mismo se pueda considerar una opción saludable de merienda que es fuente de proteína y hierro. Palabras claves: Hierro, proteína, spirulina, quinua negra.

xv ABSTRACT The bakery industry has a great demand, as well as a great acceptance by the rural and urban population, but these suffer from innovation and give added value to these products in terms of nutritional value, quinoa flour INIA - 420 Negra Collana and Spirulina can be added to many innovative food matrices to be a source of protein, iron and other compounds, and can minimize malnutrition. The objective of the research was to optimise the percentages of addition of INIA - 420 Negra Collana quinoa flour and Spirulina for the preparation of cakes with high protein value, the formulation of the cake was carried out using the true percentage. Firstly, the optimal percentages of addition of black quinoa flour and spirulina in 13 cake treatments were determined using the response surface model and central composite design; secondly, the iron content of two high-protein cakes was determined using the completely randomised design (CRD); finally, they were subjected to acceptability analysis, using the 5-point facial hedonic scale methodology, with the participation of 100 jurors (children), analysed using Friedman's test. The best treatment T1 (34.1 % black quinoa flour and 2.0 % spirulina) obtained 8.72 % protein, 18 % humidity, 0.42 % acidity, 1.84 % ash and 1.42 me/kg peroxide, followed by T6 (8.57 % protein); likewise, the cake with the highest iron content was T1 with 3.414 mg/100g of iron, and finally the T0 cake (0% black quinoa flour and spirulina) obtained the highest acceptability, followed by T1 (34.1 % black quinoa flour and 2.0 % spirulina). In conclusion, INIA 420 - Negra Collana quinoa flour and Spirulina provide nutritional value in terms of protein and iron percentages, the combination of INIA 420 - Negra Collana quinoa flour and spirulina as ingredients for the preparation of cakes aimed at children's food is considered promising as it will contribute to nutritional health, and can also be considered a healthy snack option that is a source of protein and iron. Keywords: Black quinoa, iron, protein, spirulina.

xvi RESUMO A indústria de panificação tem uma grande demanda, bem como uma grande aceitação pela população rural e urbana, mas estes sofrem de inovação e dão valor agregado a estes produtos em termos de valor nutricional, a farinha de quinua INIA - 420 Negra Collana e Spirulina pode ser adicionada a muitas matrizes alimentares inovadoras para ser uma fonte de proteína, ferro e outros compostos, e pode minimizar a desnutrição. O objetivo da pesquisa foi otimizar as porcentagens de adição da farinha de quinua INIA - 420 Negra Collana e Spirulina para o preparo de bolos com alto valor protéico, a formulação do bolo foi realizada utilizando a porcentagem verdadeira. Primeiro, as porcentagens ideais de adição de farinha de quinua preta e espirulina em 13 tratamentos de bolo foram determinadas usando o modelo de superfície de resposta e o desenho composto central; segundo, o conteúdo de ferro de dois bolos de alta proteína foi determinado usando o desenho completamente aleatório (CRD); finalmente, eles foram submetidos à análise de aceitabilidade, usando a metodologia de escala hedônica facial de 5 pontos, com a participação de 100 jurados (crianças), analisados usando o teste de Friedman. O melhor tratamento T1 (34,1% farinha de quinua preta e 2,0% spirulina) obteve 8,72% de proteína, 18% de umidade, 0,42% de acidez, 1,84% de cinzas e 1,42% de me/kg de peróxido, seguido de T6 (8,57% de proteína); da mesma forma o bolo com maior teor de ferro foi T1 com 3,414 mg/100g de ferro, finalmente o bolo T0 (0% de farinha de quinua preta e espirulina) obteve a maior aceitabilidade seguido pelo T1 (34,1% de farinha de quinua preta e 2,0% de espirulina). Em conclusão, a farinha de quinua Negra Collana INIA 420 - Negra Collana e a Spirulina fornecem valor nutricional em termos de porcentagens de proteína e ferro, a combinação da farinha de quinua Negra Collana INIA 420 - Negra Collana e da Spirulina como ingredientes para o preparo de bolos destinados à alimentação infantil é considerada promissora, pois contribuirá para a saúde nutricional, e também pode ser considerada uma opção saudável de lanche que é uma fonte de proteína e ferro. Palavras-chave: Ferro, proteína, spirulina, quinua preta.

xvii INTRODUCCIÓN En Perú las matrices alimentarias elaboradas por la industria de la

44%**MATCHING BLOCK 1/38****SA** Proyecto de tesis_Anderson_con visto bueno.pdf (D109717980)

panificación tienen una gran aprobación por los sectores rurales y urbanos; tales como el queque, alimentos que tienen considerable importancia en todos los niveles sociales de la población.

La desnutrición es un problema de salud mundial, afectando principalmente a niños en países en vías de desarrollo, según la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), uno de cada ocho menores de cinco años padecían desnutrición crónica en los países en desarrollo (Al-Azhar, 2016), de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) la carencia de hierro es una de las mayores prevalencias a nivel mundial, en el 2011 la insuficiencia de hierro y la anemia habían afectado alrededor de 800 millones de niños y mujeres (Otegui et al., 2010) La quinua INIA 420 – Negra Collana (*Chenopodium quinoa* Willd.), es reconocida como un grano andino con alto contenido nutricional, con potencial para la alimentación de la población en la región andina de Sudamérica, la quinua supera los requerimientos estándar, este grano es utilizado como un ingrediente saludable para producción de productos: pasta, pan, harinas, snacks y otros alimentos. Cada vez se reportan varios estudios científicos sobre la aplicación de la quinua en sustituto o suplemento de propiedades nutricionales y funcionales, la quinua aporta entre 14 a 17 por ciento de proteína (Chatain et al., 2019) Se ha informado que la spirulina, es una fuente nutricional desde el siglo XVI, y las Naciones Unidas, es su conferencia mundial celebrada en 1974, declararon a la spirulina como posible “mejor alimento para el futuro” (Maddaly et al., 2010), la Spirulina, es el nombre común con el que se conoce a la biomasa seca de la *Arthrospira platensis*, varias investigaciones alcanzaron comprobar la composición nutricional de la spirulina y sus efectos beneficiosos de la salud (Batista et al., 2012), la spirulina es rica en fuentes de proteína, lípidos, vitaminas B y minerales como calcio, hierro, magnesio, manganeso, potasio y zinc (Campanella et al., 2002), es más fácil de digerir que la carne, contiene aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales y pigmentos (Tarazona, 2018), varias investigaciones indican que la spirulina es un super alimento por su contenido de 65 a 70 por ciento de proteína y gran cantidad de vitaminas y minerales, varios estudios han proporcionado la evidencia de la eficiencia de spirulina en la nutrición humana.

xviii La adición de granos andinos a nuevas matrices alimentarias incrementa el valor nutricional, así mismo proporciona efectos positivos en las características sensoriales del producto (Stikic et al., 2012). La spirulina y la quinua INIA 420 – Negra Collana, al ser fuente de proteína (contra la desnutrición), hierro (contra la anemia) el consumo de pequeñas cantidades puede minimizar los problemas de desnutrición, el enriquecimiento de las matrices alimentarias, presenta varias ventajas como incremento del valor nutricional, retención de humedad, mejora de la textura y elasticidad (Araújo, 2016). Es así que la spirulina y la quinua negra son alimentos que se pueden adicionar a diferentes matrices alimentarias de innovación ó tradicionales.

1 CAPITULO I PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN

DEL PROBLEMA La desnutrición es uno de los mayores problemas que afectan a la niñez a nivel nacional, con consecuencias a corto plazo (mayor riesgo de muerte), y

a largo plazo (deterioro del desarrollo cognitivo). Esto se debe principalmente a la falta de alimentos ricos en micronutrientes (vitaminas A, C y minerales: hierro, calcio y zinc) y macronutrientes (proteínas), por consiguiente la desnutrición ha provocado la anemia en la población, de acuerdo a la información brindada por INEI – ENDES 2019, Puno presenta la mayor prevalencia de anemia con 69.9% que afecta a la mayor parte de los niños así generándose un problema de salud en la región puneña y a nivel nacional, la anemia es considerada un problema de salud pública, cuando se tiene anemia, el cuerpo no recibe suficiente sangre rica en oxígeno y como consecuencia, se puede sentir cansancio o debilidad y así disminuye el proceso de aprendizaje. Para prevenir la anemia es muy importante el consumo de alimentos ricos en hierro; por eso es importante la buena alimentación en los niños. Se sabe que la región Puno cuenta con recursos alimenticios de buena calidad nutricional, como la quinua (INIA 420 – Negra Collana) este es uno de los granos andinos poco procesados, este ocupa un lugar predominante como un alimento de alto contenido nutricional y económico en zonas rurales de Puno, así mismo la spirulina producidas en diferentes partes de Perú, considerada en la actualidad como complemento nutricional ideal para el rendimiento diario y fortalecer las defensas, además es rica en vitaminas y minerales, por lo tanto la industria de la panadería y pastelería necesita el desarrollo de alimentos nutritivos: Ricos en micronutrientes y macronutrientes y que estos puedan ser ofrecidos a la población consumidora de estos productos. Por ende, se plantea las siguientes preguntas de investigación:

2 • ¿Cuáles serán los parámetros óptimos de porcentaje de la harina de quinua Negra Collana y spirulina sobre el contenido de proteína en la elaboración de queques? • ¿Cuál será el contenido de hierro de los queques con alto contenido de proteína? • ¿Cuáles serán los resultados de la evaluación de la aceptabilidad del queque con mayor contenido de proteína y hierro? 1.2. OBJETIVOS 1.2.1. Objetivos generales • Optimizar los porcentajes de adición de harina de quinua Negra Collana y Spirulina para la elaboración de queques con alto valor proteico. 1.2.2. Objetivo específico • Determinar los parámetros óptimos de porcentaje de la adición de harina de quinua Negra Collana y Spirulina sobre el contenido de proteína en la elaboración de queques. • Determinar el contenido de hierro de los queques con alto contenido de proteína. • Evaluar la aceptabilidad de los queques con mayor contenido de proteína y hierro.

1.3. JUSTIFICACIÓN La presente investigación esta enfoca en la optimización del porcentaje de adición de harina de quinua negra (*Chenopodium quinoa*) y spirulina (*Arthrospira platensis*) en la elaboración de queques con alto valor proteico. Por ende, se entiende que la desnutrición afecta a la población infantil, pese a los esfuerzos por diversos sectores que luchan contra la desnutrición, la región Puno es una de las regiones que sigue liderando los casos de desnutrición y por consiguiente la anemia, Puno presenta la mayor prevalencia de anemia con 67.7 % que afecta a la mayor parte de los niños, según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES, 2018), así generándose un problema de salud pública, limitándolos en su desarrollo diario, ya que pueden sentir cansancio o debilidad y disminuye el proceso de aprendizaje en niños. A nivel nacional uno de cada tres niños menores 12 años (35.6%) y uno de cada dos niños menores de 5 años (46.8%) tiene anemia de acuerdo a la última Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES, 2018).

3 La región de Puno es uno de las mayores regiones productoras de quinua negra, este grano es una fuente rica en proteínas y aminoácidos, además contiene todo el aminoácido requerido por el cuerpo, así mismo contiene vitaminas del complejo B, vitaminas C y D, hierro, es considerado una alimento nutritivo y medicinal, este grano andino ha sido catalogado como un alimento único, “superalimento, por organizaciones internacionales como la ONU, FAO y la OMS de acuerdo a un reporte de (MINAGRI, 2018). Así mismo la spirulina es un

alga famosa por ser fuente importante de vitaminas y minerales (calcio, hierro, zinc) por lo que destaca por su alto valor nutritivo, es uno de los alimentos más compactos, ya que bastan raciones de 2 a 5 gramos por día para proporcionar, al ser humano, sus beneficios nutricionales según (Ponce, 2013). Existe la necesidad en la población de la existencia de alimentos preparados que contengan alto contenido en micronutrientes y macronutrientes, es por ello que, en esta investigación se busca la elaboración de queque con alto contenido de proteína, a partir de la optimización de porcentajes de harina de quinua negra y spirulina en la elaboración de queques con alto valor proteico y lograr encontrar la formulación adecuada que tenga el mayor contenido de proteína y que esta tenga una buena aceptabilidad.

4

CAPITULO II REVISIÓN DE LITERATURA 2.1. ANTECEDENTES Después de realizar una revisión de distintos trabajos de investigación, con relación a la investigación,

95%

MATCHING BLOCK 2/38

SA 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Qu ... (D108895416)

se encontró antecedentes de trabajos tales como: En la investigación de Garay (2018), elaboró galletas anti anémicas en su trabajo de investigación, donde tuvo como objetivo específico formular y evaluar fisicoquímica y sensorialmente las galletas anti anémicas enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y sangre bovina. Para la cual se utilizó harina de trigo (10%), quinua (20%) más sangre bovina (50%). De las pruebas fueron elegidas T1 (30%), T3 (40%) y T5 (50%) de los porcentajes de sustitución sangre bovina, las que fueron sometidas a la prueba sensorial de preferencia mediante una escala hedónica exigida, donde se contó con 30 panelistas semi entrenados, quienes indicaron que el T5 tiene buen color, sabor y textura, resultó ser la prueba con mayor aceptabilidad la cual fue sometido a análisis fisicoquímico y microbiológico, resultando ser un producto apto para el consumo humano; conteniendo: humedad 3,20%, índice de peróxido 0,15 meq/kg de aceite o grasa, ceniza 1,30, acidez 0,09%, mohos UFC/g > 10 y de buena aceptabilidad. Dentro las investigaciones de Gutiérrez y Tello (2018), evaluaron el efecto de la incorporación de spirulina en las características nutricionales y sensoriales de una galleta elaborada a base de harina de trigo y kiwicha, en la cual se realizó cuatro formulaciones donde se sustituyó harina de trigo por harina de kiwicha en un 30%. Asimismo, la spirulina fue incorporada en 0% galletas control, 1%, 3% y 5% respectivamente, a las cuales se les hizo la evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial. Donde los resultados mostraron el incremento de proteínas, grasas, cenizas, humedad, hierro, calcio y sodio, debido a la adición de spirulina, respecto a la evaluación sensorial la mejor prueba de 3% de spirulina con mayor puntaje aceptación. Por parte de Capurro y Huerta (2016), evaluaron el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por Harina de Kiwicha, Harina de Quinua y Harina de Maíz para obtener 5 galletas con el mayor valor nutricional y con mejor aceptabilidad en el consumidor, los resultados 7 demostraron que el tratamiento 7 (6% de harina de kiwicha, 16% de harina de quinua y 24% de harina de maíz) fue considerada como la mejor formulación, al obtener un cómputo químico de Lisina del 97% y mayor al 100% para los demás aminoácidos esenciales, así mismo esta goza de una buena aceptación, presentando los siguientes indicadores organolépticos; apariencia general (6.8), aroma (6.4), textura (6.3), color (6.7) y sabor (6.5) para una escala hedónica de 9 puntos. Donde solo los parámetros de aroma, sabor y color no tuvieron diferencia significativa. Lo que hace indicar que al utilizar las harinas de kiwicha, quinua y maíz para beneficiar al producto final no interfiere en las características sensoriales finales.(

Capurro & Huerta, 2016) En la investigación según de Morais et al. (2006), desarrollaron galletas de chocolate enriquecido con *Spirulina platensis*, en la cual se prepararon galletas de chocolate: control (sin *S. platensis*) y galletas que contenían 1.0; 3.0 y 5.0 % de *Spirulina platensis*, donde las galletas con la adición de 5.0% de *Spirulina platensis* mostró un contenido de proteína de 7.7% superior al control, el contenido de humedad, cenizas y la fibra cruda no influyeron por la cantidad de *Spirulina platensis* y en cuestión a la valoración de la intención de compra, comparando las galletas con adición de *Spirulina platensis*, la muestra con mayor aceptación por parte de los jueces fue la muestra con 1.0% de *Spirulina platensis*. Figueira et al. (2011) elaboraron pan sin gluten con harina de arroz enriquecido con microalgas *Spirulina platensis*, con el objetivo aumentar el contenido de proteína de los panes con la adición de microalgas seca *Spirulina platensis*, se prepararon cinco tratamientos de pan: control (sin adición de *S. platensis*) y otros con 2, 3, 4 y 5 % de biomasa seca de *S. platensis*, los panes fueron evaluados según el volumen específico, dureza de la miga y color de la miga, en los resultados se mostró que la adición de *Spirulina platensis* provoco una mejora en la calidad nutricional de los panes, confirmando el aumento significativo del 39.04 % en el contenido de proteína, además de varios aminoácidos esenciales, se concluye que los panes elaborados con harinas de arroz con adición de 2 a 5% de *S. platensis* tuvo mayor contenido de proteína aumentos de 15.59 y 39.04% en panes, en cuanto a la evaluación sensorial de 36 jueces, 22 de ellos seleccionaron, pan con 3 % de adición como preferido Villalobos-Gutiérrez y Hernández-Pérez (2019) elaboraron un producto de panadería, donde se mejoró la composición nutricional como el incremento de hierro y que tenga aceptabilidad en preescolares y escolares, para esta investigación se formularon queques de chocolate con 2.0 % de spirulina y limón con 2.1 % de spirulina, se les

6 determinaron la aceptabilidad, composición nutricional y el contenido de hierro, para la investigación se tuvo una muestra de 100 niños de ambos sexos, 51% niñas y 49% niños, 50% preescolares (5-6 años), y 50% escolares (6-10 años), en la investigación se observó que el queque de chocolate es más aceptable (4.91 ± 0.06 ; $p < 0.05$) que el de limón, además es alto en hierro según los análisis realizados, en conclusión el queque de chocolate fue significativamente más aceptable que el queque de limón. La investigación de Batista et al. (2017) donde se evaluaron microalgas (*Arthrospira platensis* F & M-C256, *Chlorella vulgaris* Allma, *Tetraselmis suecica* F & M-M33 y *Phaeodactylum tricornutum* F & M-M40) como ingredientes innovadores para potenciar las propiedades funcionales de galletas, las galletas se prepararon de acuerdo con una formulación previamente optimizada usando harina de trigo, azúcar, polvo de hornear, margarina y biomasa de microalgas, se prepararon tres muestras: muestra de control 0 % y muestras con 2 % y 6 % de microalgas, se realizó el análisis de color, análisis de textura, determinación de aw, determinación de composición química proximal, determinación de ficocianinas y capacidad antioxidante, análisis sensoriales. Las propiedades sensoriales y físicas de las galletas fueron evaluadas durante ocho semanas, las galletas preparadas con *A. platensis* y *C. vulgaris* presentaron mayor contenido de proteína 7.8 % y 8.0 en comparación con el control 4.9 %, las galletas *A. platensis* presentaron los puntajes sensoriales más altos, así como un alto contenido de proteína y fenoles. 2.2. QUINUA 2.2.1. Aspectos generales de la quinua La quinua tiene distintos nombres comunes que son: kinua, quinua, parca, quiuna (en idioma quechua); supha, jopa, jupha, jiura, aara, ccallapi y vocali (en aymara); suba y pasca (chibcha); quingua (mapuche); quinoa, quinua dulce, dacha, dawe (araucana); jupa, jara, jupa lukhi, candonga, licsa, quiñoa (Mujica & Jacobsen, 2006).

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es considerado cereal nativo de las laderas de los Andes; los indígenas de Perú, Bolivia y Ecuador, sur de Colombia, Chile y norte de Argentina, este cereal ha sido utilizada desde tiempos ancestrales, específicamente en las regiones que fueron dominadas por los incas, para su uso en diversos platos pues es considerada el alimento de los dioses (Romo et al., 2006). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un pseudocereal que es muy utilizado en la industria alimentaria, y representa una

7 tendencia para la dieta humana debido a que tiene excelente valor nutricional (Xu et al., 2019).

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), por su gran valor alimenticio y nutritivo, ha causado gran interés entre las empresas agroindustriales e instituciones públicas y privadas, tales como nacionales e internacionales. En el Perú la quinua es producida por pequeños agricultores en una gran diversidad de zonas agroclimáticas y pisos ecológicos con sistemas tradicionales de producción, procesamiento, almacenamiento y distribución.

La producción y el rendimiento no solo son muy bajos, sino, este varía de acuerdo a las zonas agroecológicas, años y épocas estacionarias (Mujica

et al., 2020). Figura 1: Variedad de granos de quinua Fuente: Quispe et al. (2019) Según León-Lobos et al. (2019), indica que la quinua o conocida también como quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es el cultivo con mayor potencial para la alimentación de la urbe en la región andina de Sudamérica, de ser en el pasado considerado en un "cultivo de indios", actualmente es uno de los cultivos con mayor demanda mundial, debido a su potencial en los logros de seguridad alimentaria y propiedades nutricionales. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es identificada como uno de los alimentos completos debido a su aporte integral a la nutrición humana; la quinua supera los requerimientos estándar, y este presenta compuestos de alto valor funcional como polifenoles, fitoesteroles y flavonoides, en cuanto a la calidad tiene buenas características para la innovación de alimentos (Vargas et al., 2019).

2.2.2. Clasificación taxonómica La quinua es una planta de la familia Chenopodiaceae, esta tiene vasta distribución mundial, con un aproximado

de 250 especies. Dentro del género *Chenopodium*, se pueden distinguir cuatro especies cultivadas como plantas alimenticias, como productoras de grano,

8 *Chenopodium quinoa* Willd. y *Chenopodium pallidicaule* Aellen, en Sudamérica, como verdura *Chenopodium nuttalliae* Safford y *Chenopodium ambrosioides* (

Apaza et al., 2013),

la

71%

MATCHING BLOCK 3/38

SA

PERFIL DE TESIS NIKO TURRONE DE QUINUA NEGRA f ...
(D117792813)

clasificación está dada de la siguiente manera. Reino: Vegetal División: Fanerógama Clase: Dicotiledóneas Sub clase: Angiospermas Orden: Centrospermales Familia: Chenopodiaceae Género: *Chenopodium*

Sección: *Chenopodia* Subsección: *Cellulata* Especie: *Chenopodium quinoa* Willdenow 2.2.3.

INIA 420 Negra Collana La variedad de quinua INIA 420 – NEGRA COLLANA, tiene una vasta base genética, y está compuesto por trece accesiones provenientes de doce localidades, esta es comúnmente conocida como "quytujwras", el nombre comercial estipulado es de INIA 420 – NEGRA COLLANA, y es el resultado de pruebas de caracterización, ajuste y eficiencia desarrollada participativamente con productores de las comunidades campesinas como: Collana, Collpa, a, Vizcachani, llave, Mañazo y Pilcuyo todos pertenecientes al departamento de Puno (INIA, 2013). Figura 2: Quinua variedad INIA 420 Negra Collana Fuente: Apaza et al. (2013) Los principales usos de la quinua Negra Collana son, consumo tradicional: Sopas, ensaladas (hojas), guisos, postres y bebidas; en la agroindustria: grano perlado, laminado, molienda, expandida, extruida y tostada, según Arzapolo et al. (2015) la viscosidad de la

9 variedad negra Collana genera una pasta más viscosa por lo que es un potencial para la innovación de alimentos. 2.2.4.

Composición nutricional. El valor nutricional es asociada a las solicitudes de los consumidores, que demandan por alimentos saludables, con la viabilidad de utilizar como suplemento o reemplazar completamente a granos comunes como el arroz o trigo por un cereal con alto valor nutricional como la quinua, según INIA (2013) citado por Arisaca (2016) la composición nutricional de la quinua variedad INIA 420 Negra Collana es: Tabla 1: Composición química de la quinua INIA 420 Negra Collana Componentes Unidad de medida Contenido Humedad Proteína Fibra Cenizas Grasa Energía Acidez Saponina % % % % % Kcal/100 g % % 10.00 17,85 1.89 2,20 9.82 385,46 Kcal/100 0,00 0,015 Fuente: INIA (2013) Tabla 2: Características bromatológicas de la quinua INIA 420 Negra Collana Componentes Apaza et al. (2013) Arzapolo et al. (2015) a Arzapolo et al. (2015) b Aviles (2019) Humedad (%) Proteína (%) Fibra (%) Cenizas (%) Grasa (%) ELN (%) Energía (Kcal/100g) Saponina (%) 9,88 17,62 2,10 2,13 5,94 62,33 368,61 0,00 % 11,50 9,90 3,21 2,62 4,67 NE 367,12 NE NE 11,19 3,6 2,94 5,31 NE NE NE 10,17 10,45 3,26 2,64 6,74 NE NE NE a = estudiado en base humedad, b = estudiado en base seca, NE = no estudiado

10 2.2.5. Propiedades funcionales de la harina de quinua Las primordiales propiedades funcionales de la harina de quinua son: solubilidad, gelificación, capacidad espumante y estas actúan como emulsionante según Abugoch (2009) así mismo se realizó el estudio de la solubilidad de la proteína de la harina de quinua en relación al calor (cocción y esterilización en autoclave) donde reportaron que los valores de solubilidad de la harina de quinua en pH ácido, implica que la proteína puede ser útil en la formulación de bebidas, sopas, salsas, deshidratados. Tabla 3: Propiedades funcionales de la quinua Harina Solubilidad, capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite, emulsionante y espumante, capacidad gelificación. Proteína concentrada y proteína aislada Solubilidad, capacidad de retención de agua, capacidad de absorción de agua, capacidad emulsionante y espumante. Almidón Poder de absorción de agua, solubilidad, viscosidad, estabilidad congelamiento- descongelamiento, capacidad de retención de agua. Fuente: Abugoch James (2009) La quinua puede ser transformado en diferentes productos y se le puede dar diferentes usos en la industria alimentaria y la composición fisicoquímica varía en cada tipo de presentación de quinua (Zea, 2010).

11 Tabla 4: Composición Físico-Química de la quinua en diferentes presentaciones Componentes Und. Med. Harina Hojuela Quinua Cruda Quinua Cocida Energía Cal. 341 374 374 101 Proteína g 9.1 8.5 13.6 12.8 Carbohidratos g 72.1 78.6 66.3 0.7 Fibra g 3.1 3.8 1.9 0.7 Ceniza g 2.5 2.2 2. 0.6 Hierro mg 3.7 4.7 7.5 1.6 Fuente: Zea (2010) Zea en el 2010, realizó comparaciones de contenido de proteína entre harina de quinua extruido y sin extruir, llegando al resultado que la harina de quinua Negra Collana sin extruir presenta mayor contenido de proteína 14.94 %, así mismo como: humedad 7.79 %, grasa 6.73 %, fibra 4.64, ceniza 2.12 %, mientras que Chara (2016) reporto, humedad 12.85 %, proteína 13.58 %, grasa 6.49, fibra 3.12 %, ceniza 1.68, carbohidratos 62.28 %. 2.2.6. Potencial de la harina de quinua en la industria alimentaria La quinua generalmente se considera un ingrediente saludable para producir varios productos. Por lo tanto, la quinua se puede ser empleada para elaborar productos alimenticios con sus funciones únicas y propiedades reológicas, sensoriales y nutricionales. Cada vez se reportan más estudios sobre las aplicaciones de la quinua para el desarrollo de productos alimenticios y la evaluación de los efectos de la quinua en polvo sustituto o suplemento de propiedades nutricionales y funcionales productos alimenticios como productos de panadería y pastas (Czekus et al., 2019; Gostin, 2019; Tiga et al., 2021) Según Torres, Lema, y Galeano (2021), citado por Mu et al. (2022), afirma que la harina de quinua incrementa el contenido de proteína en la formulación de pastas, las características y estructurales cambian significativamente, esto debido a la interacción molecular de la proteína con el almidón, la quinua aporta entre 14 a 17 % de proteína (Chatain et al., 2019) Vásquez et al. (2016) menciona que al realizar comparación entre pan normal y pan con harina de quinua a distintos porcentajes, el contenido de proteína, grasa, incrementa en el producto a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución y el contenido de carbohidratos disminuye a medida que aumenta el porcentaje de sustitución, así mismo

12 Navarro-Martínez y Pereira-Jalilie en 2000, también afirma que a medida que se incrementa la sustitución de la harina de quinua incrementa el porcentaje de proteína y grasa. Generalmente la quinua es utilizada en la industria de la pasta y panadería, y en diferentes investigaciones realizadas en panificación, se demostró la factibilidad de adicionar harina de quinua como sustituto de harina de trigo: 10 % de harina de quinua (Elías et al., 2021), 15 % de harina de quinua (Mendoza-Pérez & Palacios-Morales, 2018), 30 % de harina de quinua (Aviles, 2019), hasta 75 % de harina de quinua reportado por Navarro-Martínez y Pereira-Jalilie (2000). La quinua negra es empleada por la industria de las pastas (Pellegrini et al., 2018), y la industria de los embutidos como sustituto de grasa (Fernández-López et al., 2020; Sayas- Barberá et al., 2021), la quinua como sustituto de grasa aumenta la salubridad de los productos, reduce el contenido de grasa y mejora el contenido de fibra, mencionado por Fernández-López et al. (2020), además indica que estas propiedades atribuidas a la quinua negra la han convertido en un ingrediente muy atractivo para ser incorporado en diferentes alimentos, actualmente existe un crecimiento del interés en la industria alimentaria para obtener productos de alto valor agregado a partir de granos de quinua negra. Tabla 5: Características fisicoquímicas de la harina de quinua y trigo Componentes Harina de trigo a Harina de quinua a Harina de quinua b Humedad (%) 13.1 6.4 13.10 Proteína (%) 12.4 16.9 15.44 Ceniza (%) NE NE 0.06 NE = no estudiado Fuente: Bermúdez (2017) a , Arroyave y Esguerra (2006) b Tabla 6: Contenido de hierro en diferentes panes elaborados en investigaciones Tipo de análisis Pan enriquecido con harina de quinua y soja Pan enriquecido con harina de quinua y soja Pan francés Pan francés fortificado con hierro Hierro(mg/100g) 6.2 6.0 1.0 3.14 Fuente: Mendoza-Pérez y Palacios-Morales (2018)

13 Tabla 7: Comparación de investigaciones de las propiedades fisicoquímicas de productos elaborados con harina de quinua Referencia Valor energético (K/cal) Proteína (%) Humedad (%) Grasa (%) Ceniza (%) Fibra (%) Carbohidratos (%) Hierro (%) Acidez (%) Elías et al. (2021) NE 8.64 17.78 11.39 1.49 1.72 59.02 NE NE Mendoza-Pérez y Palacios- Morales (2018) 295.6 12.5 26.5 5.0 2.1 NE 53.9 6.0 NE Navarro-Martínez y Pereira- Jalilie (2000) 344.06 7.50 35.96 9.43 3.20 11.05 56.7 NE 0.28 Aviles (2019) 401.14 6.45 10.17 6.74 2.64 3.26 62.74 NE NE Chara (2016) NE 6.97 8.65 8.05 4.08 2.46 63.07 NE NE Vásquez et al. (2016) NE 7.84 12.95 1.47 0.54 NE 72.2 NE NE Catacora (2018) NE 2.23 4.88 19.94 0.76 28.99 41.88 NE NE (Aviles, 2019) NE 9.24 23.20 5.94 2 6.31 53,31 NE NE Nota: NE = no estudiado

14 2.3. SPIRULINA 2.3.1. Aspectos generales de la spirulina Spirulina, es el nombre común que hace referencia a la biomasa seca de la *Arthrospira platensis* y es un producto íntegro de origen biológico, la spirulina es una cianobacteria (Gershwin & Belay, 2008),

71%

MATCHING BLOCK 4/38

W

microalga azul-verde simbiótica, multicelular y filamentosa, esta se reproduce por fisión binaria (Tarazona, 2018), la spirulina es un alimento natural que

habita en lagos salinos, alcalinos y también es cultivada de forma artificial. El nombre científico asignado es *Arthrospira platensis* (Arthro = articulación), spira = espira) y comúnmente es conocida como un micro-alga o alga verde-azul (Jourdan, 2016). Distintas investigaciones científicas han podido comprobar la composición nutricional de la spirulina y sus efectos beneficiosos para la salud (Batista et al., 2012; Lafarga et al., 2019; Machado et al., 2010; Ribeiro et al., 2011; Santos et al., 2016), la spirulina

62%

MATCHING BLOCK 5/38

W

es rica fuente de proteína, más fácil de digerir que la carne, contiene aminoácidos esenciales y no esenciales, ácidos grasos esenciales, ácidos nucleicos, vitaminas, minerales y pigmentos (

Tarazona, 2018). *Spirulina platensis* es una microalga con una composición adecuada para ser utilizada como complemento alimenticio, y es comúnmente utilizado por las personas como fuente de proteínas, la spirulina fue estudiada por diferentes autores que indican que es un superalimento por su contenido entre 65 % a 70 % de proteína y gran cantidad de vitaminas y minerales (Colla et al., 2007; Contreras et al., 1981; Gutiérrez-Salmeán et al., 2015; Kay & Barton, 1991). Figura 3: Vista microscópica de la Spirulina Fuente: Henrikson (2009) Ambrosi et al. (2008), indica que los primeros reportes de *Spirulina* spp, en los alimentos se remontan a la prehistoria, los cazadores recogían masas gelatinosas de algas para enriquecer su dieta, la spirulina tiene un alto contenido de proteína y se considera una de las fuentes más ricas en provitamina A (betacaroteno) y hierro absorbible, además de tener altos niveles de vitamina y otros minerales 2.3.2. Clasificación taxonómica La designación común e incorrecta de *Spirulina* para el género *Arthrospira* y para sus especies más estudiadas, las investigaciones unifican dentro del género a priori *Spirulina*, los organismos oscilatorios que tienen la propiedad de tricomas helicoidalmente enrollados a lo largo de toda la longitud de los filamentos multicelulares, independientemente de la presencia de paredes transversales (Vonshak, 2002). Honores et al. (2019) describe la taxonomía de la spirulina: "verde azulado, cortos o largos, por lo común gregarios, de 7-8 µm de diámetro, espiralados o helicoidales, de 5-9 espiras (5-7) o numerosas, cerradas del mismo diámetro en toda su longitud, a veces ligeramente atenuado hacia los extremos; células más anchas que largas, sub-cuadradas de 3-4 µm o más de longitud; protoplasto generalmente pseudovacuolado, con gránulos en las paredes transversales a menudo difíciles de visualizar" (p.1095). Reino: Morena Filo: Cianobacterias Clase: Cianoficeas Orden: Nostocales Familia: Oscillatoriaceae Género: *Arthrospira* 2.3.3. Valor nutricional de la spirulina La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) aprobó la spirulina como un alimento seguro, sin efectos toxicológicos en la salud humana y proporciona la certificación GRAS (Generally Recognized as Safe). La spirulina contiene alto contenido proteico, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas, según Ponce (2013), considera un superalimento a la spirulina y que sesenta gramos de spirulina bastan para alimentar a una persona por un día, con diez gramos diarios se puede sobrevivir, mientras que Buriti (2017) indica que sería necesario consumir 25 g/día de spirulina. El contenido proteico de la spirulina oscila entre 60 y 70 % de su peso seco, esta es una proporción excepcional, ya que la gran mayoría de los alimentos de origen vegetal contienen solo 16 a 18 a 35 % (Gutiérrez-Salmeán et al., 2015), la spirulina aporta una proteína completa, ya que contiene todos los aminoácidos esenciales (Masten et al., 2022), en términos de nutrición es rica en fuente de macro y micronutrientes que incluye proteína de alta calidad, hierro, vitaminas, minerales. *Spirulina* es una microalga azul-verde es una microalga muy conocida que es aplicada en diferentes áreas, desde la nutrición humana y animal hasta la producción de bio- combustibles, la spirulina es conocida como una fuente rica de compuestos biológicamente activos, crucialmente para la alimentación, especialmente en caroteno, clorofila, astaxantina, luteína, ficobiliproteínas, aminoácidos, ácidos grasos poliinsaturados y vitaminas (Michalak et al., 2020). Tabla 8: Composición proximal de la spirulina Componte Composición por 100 gramos Agua 4.68 g Proteína 65-70 g Tota de lípidos 5-7 g Carbohidratos 23,90 Fibra 3,6 g Azúcar total 3,10 Fuente: Tarazona (2018) Tabla 9: Contenido de minerales en la spirulina Componte Composición por 100 gramos

85%

MATCHING BLOCK 6/38

SA TESIS UNAJ 2021 CORREGIDA_Royer_OK (1).pdf (D108895418)

Calcio 120 mg Hierro 28.50 mg Magnesio 195 mg Fósforo 118 mg Potasio 1363 mg Sodio 1048 mg Zinc 2 mg Fuente: Tarazona (2018) 17 Tabla 10: Contenido de vitaminas en la

spirulina Componte Composición por 100 gramos Vitamina C 10.1 mg Tiamina 2,380 mg Vitamina B6 0,364 mg Vitamina A 29 ug Vitamina D 5 mg Vitamina K 25,5 ug Fuente: Tarazona (2018) Tabla 11: Contenido de lípidos en la spirulina Componte Composición por 100 gramos Ácidos grasos saturados 2,650 g Ácidos grasos monoinsaturados 0,675 g Ácidos grasos poliinsaturados 2,080 g Fuente: Tarazona (2018) Tabla 12: Composición de aminoácidos en la spirulina Componte Composición por 100 gramos Serenina 3235,7 mg Glicina 3071 mg Histidina 1188 mg Arginina 3927 mg Treonina 2940 mg Prolina 2270 mg Valina 3574 mg Isoleucina 3059 mg Fenilalanina 2694 mg Lisina 3261 mg Fuente: Belay (2007)

18 2.3.4. La spirulina y la innovación de alimentos en la industria alimentaria Las microalgas representan una fuente alternativa e innovadora de ingredientes naturales que pueden ser utilizados en el desarrollo de nuevos productos alimenticios. Batista et al. (2012) indica que la industria alimentaria moderna conduce a productos más baratos, saludables y convenientes esto en respuesta a consumidores cada vez exigentes. Se han desarrollado una gama de nuevos alimentos saludables y atractivos, elaborados a partir de biomasa de spirulina, ricos en proteínas, hierro y otros, los productos alimenticios tales como: gomitas funcionales con spirulina (Tafur & Obregón, 2019); mezclas alimenticias (Arhuire & Betancur, 2016; Malaga, 2018); yogurt con adición de spirulina (Narvez, 2017); muffin de chocolate enriquecido con spirulina (Mendoza, 2017); galleta enriquecida con spirulina (Gutiérrez & Tello, 2018; Molloco & Ventura, 2019); espagueti (Dantas, 2015); biscochos Rodrigues, (2015); barras energéticas (Buriti, 2017); panes (Araújo, 2016), la mayoría de estos productos intentaron y lograron mejorar las propiedades nutricionales de los alimentos mediante la incorporación de spirulina. Así mismo, investigaciones recientes emplean la spirulina en diferentes gamas de alimentos, proporcionando valor agregado a las nuevas matrices alimentarias como galletas con adición de spirulina (Onacik-Gür et al., 2018; Paula da Silva et al., 2021; Şahin, 2020); productos de panadería (Uribe

34%

MATCHING BLOCK 7/38

W

et al., 2020; Zlateva et al., 2019); pastas (Hussein et al., 2021; Koli et al., 2021; D. Kumar et al., 2022; Mostolizadeh et al., 2020; Raczyk et al., 2022); snacks (Costa et al., 2021; Lucas et al., 2018); barritas nutritivas (A. Kumar et al., 2018); grageas (Bayat et al., 2022); alimentos funcionales (Almeida et al., 2021). 2.3.5.

Presentación de productos con adición de spirulina en el mercado peruano Julio Garay en 2020 presento las galletas vegetarianas que está elaborada de algas marinas (spirulina) y kiwicha, lentejas, cañihua, harina de trigo fortificado, esta galleta indica que puede prevenir y tratar diversas enfermedades como la hipertensión, la anemia, la diabetes, debido a que es una galleta rica en minerales, vitaminas, clorofila y proteínas de alta calidad (La República, 2020), así mismo indica que cada 30 gr de esta galleta vegetariana contra la anemia contiene 4,32 porciento de proteína y 16.5 mg de hierro (Nutri H, 2020). Así mismo Julio Gray en 2022 presento los chocolates de Nutri H con spirulina que combate la anemia e indica que cada chocolate de 10 g tiene 9 mg de hierro, lo que es suficiente para poder incrementar el nivel de hemoglobina en los niños (Peru21, 2022).

19 Tabla 13: Comparación de investigaciones de las propiedades fisicoquímicas de productos elaborados con spirulina Referencia Valor energético (K/cal) Proteína (%) Humedad (%) Grasa (%) Ceniza (%) Fibra (%) Carbohidratos (%) Hierro (%) Acidez (%) de Morais et al. (2006) NE 8.1 7.3 18.6 0.4 1.8 68.6 NE NE Araujo et al. (2017) 406.97 7.3 14.0 3.4 1.5 NE 78.72 NE NE Lemes et al. (2012) 327.60 14.50 25.76 17.00 3.72 7.87 29.15 NE NE Figueira et al. (2011) NE 9.90 19.19 1.24 2.52 NE 86.41 NE NE Lucas et al. (2020) NE 12.09 12.68 6.16 6.16 NE 67.07 NE NE Navacchi et al. (2012) 319.0 4.3 29.0 11.0 1.1 3.8 50.5 NE NE Villalobos-Gutiérrez y Hernández-Pérez (2019) 275 NE NE 11.13 NE NE 40.13 7.26 NE Batista et al. (2017) 451 7.8 5.0 16.1 2.3 NE 68.7 NE NE Ferreira et al. (2022) 302.65 10,71 4.11 4.44 0.74 NE 41.03 NE Donato et al. (2019) 15.30 14.45 14.92 1.44 3.70 50.19 60 NE NE = no estudiado

20 2.4. PROTEÍNA De acuerdo a NIH (2015), National Institutes of Health, las proteínas se encuentran en cada una las células del cuerpo humano, el organismo necesita proteínas de los alimentos que se ingiere para fortalecer y mantener, los huesos, los músculos y la piel, la mayoría de las proteínas de las plantas son incompletas, es importante obtener suficientes proteínas en la dieta. Por qué el cuerpo no almacena del mismo modo que se acumula grasas o carbohidratos, la cantidad que se necesita depende de la edad, sexo y actividad física. Tabla 14: Valores requeridos de consumo de proteína al día Edad (años) Peso (kg.) Racion dietética (g/kg) Ración dietética (g/día) 1-3 13 1,2 16 Niños 4-6 20 1,1 24 7-10 28 1,0 28 Fuente: Quintana (2018) 2.5. HIERRO Según NIH (2022), National Institutes of Health,

59%

MATCHING BLOCK 8/38

W

el hierro es un mineral necesario para el crecimiento y desarrollo del cuerpo. El cuerpo necesita del hierro para fabricar la hemoglobina, la cual es una proteína de los glóbulos rojos que trasporta el oxígeno de los pulmones a distintas partes del cuerpo, además de la mioglobina,

la cual es una proteína que suministra oxígeno a los músculos. Así mismo se necesita hierro para fabricarlas hormonas y el tejido conectivo. Tabla 15: Valores requeridos de consumo de hierro al día

100%

MATCHING BLOCK 12/38

W

Etapa de la vida Cantidad recomendada Bebés hasta los 6 meses de edad 0,27 mg Bebés de 7 a 12 meses de edad 11 mg Niños de 1 a 3 años de edad 7 mg Niños de 4 a 8 años de edad 10 mg Niños de 9 a 13 años de edas 8 mg Adolescentes (varones) de 14 a 18 años de edad 11 mg Adolescentes (niñas) de 14 a 18 años de edad 15 mg

Fuente: Gómez-Álvarez (2004)

21 2.6. OPTIMIZACIÓN DE FORMULACIONES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. De acuerdo a Katz, (2021) en la actualidad existe la necesidad de la optimización de ingredientes, actualmente existe tecnología enorme cuando se trata de mejorar o reemplazar proteínas, almidones y grasa, la incorporación de una variedad de granos y legumbres en los productos alimenticios se ha vuelto cada vez más popular. 2.5.1. Elementos de la teoría de optimización La optimización de proceso, es encontrar el conjunto único de condiciones del proceso que produce los mejores resultados, Teixeira y Shoemaker (1989) describió un ejemplo de optimización de procesos en el procesamiento térmico de alimentos enlatados sería encontrar la combinación de tiempo de proceso y temperatura de retorta que produzca una calidad de producto óptima mientras se logra el nivel necesario de esterilización (pp. 169). 2.5.2. Técnicas de optimización. Este método por el cual se busca todas las combinaciones posibles de variables de decisión de límites de las restricciones para garantizar que se encuentre la combinación óptima, la técnica de optimización puede ser tan simple como buscar metódicamente todas las combinaciones posibles para seleccionar la que produce los mejores resultados, el número de variables de decisiones pueden tomar una amplia gama de valores, el número de posibilidades de búsqueda puede llegar a ser casi ilimitado. En tales situaciones, a menudo es necesario recurrir a una técnica estructurada basada en algún tipo de algoritmo de optimización o software disponible para aplicaciones de ingeniería de alimentos (Teixeira & Shoemaker, 1989). Figura 4: Elementos de optimización. Fuente: (Teixeira & Shoemaker, 1989) TÉCNICA DE OPTIMIZACIÓN MODELO Función de rendimiento Variables restringidas Parametros Ajustar Limites de restricción Variable de decisión

22 2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS CON RESPUESTA 2.7.1. Metodología de la superficie de respuesta (RSM) Los métodos de superficie de respuesta (RSM) son un repertorio de técnicas matemáticas y estadística disponibles para mejorar, desarrollar y optimizar procesos, así mismo esta metodología es adaptable en el desarrollo, diseño y formulación de innovadores y nuevos productos, así mismo en la mejora de diseño de productos (Gil, 2019). 2.7.2. Método de la máxima pendiente Se corre secuencialmente una trayectoria en sentido de su máxima pendiente, es decir, del mayor ascenso o descenso de la respuesta en estudio (Goicoechea, 2016). Figura 5: Superficie ajustada con un Modelo de primer orden. 2.7.3. Localización del óptimo Figura 6: Diagrama de diseño experimental de segundo orden FUENTE: Goicoechea, (2016) Diseño experimental de segundo orden Modelos de segundo orden Buen ajuste y R2 mayor al 70 % Para hacer las predicciones Localización del punto estacionario Análisis canónico Análisis de cordillera Candidato al óptimo

23 2.7.4. Punto estacionario "Este es el punto de espacio de los factores en el cual el plano tangente a la superficie tiene pendiente igual a cero y es un candidato al valor óptimo, y puede representar un punto de máxima, mínima o punto silla en la que la respuesta aumenta o disminuye a partir del punto estacionario en función de la dirección en la que se mueva (Dörendahl et al., 2020)" (a) (b) (c) Figura 7: (a) Punto de respuesta mínima – valle, (b) punto de respuesta máxima – loma, (c) punto silla – silla de montar Fuente: (Gil, 2019) Cuando en un diseño se ubica que hay un punto silla, la superficie sube o baja a partir del punto estacionario dependiendo de la dirección conveniente en la que se mueva (Goicoechea, 2016). Figura 8: Identificación del punto estacionario Fuente (Goicoechea, 2016)

24 2.7.5. Análisis canónico Ecuación del modelo canónico: Donde w_i son las variables canónicas (variables independientes transformadas) y λ_i las constantes o autovalores de la matriz B. La superficie de respuesta según su naturaleza se puede determinar a partir del punto estacionario y los signos y magnitudes de los valores λ_i . Teniendo en cuenta que el punto estacionario se encuentra dentro del entorno experimental: • λ_i positivas: x_s es un punto de mínima respuesta. • λ_i negativas: x_s es un punto de máxima respuesta. • λ_i positivas y negativas: x_s es un punto silla. Además, la superficie tendrá mayor pendiente en la dirección w_i para la que $|\lambda_i|$ es mayor (Gil, 2019). 2.7.6. Caracterización de la superficie 2.7.6.1. Loma ascendente Figura 9: Grafico tipo loma ascendente En este caso se sigue experimentado en la dirección del óptimo, siempre que lo permitan las condiciones de operación del sistema en estudio. Se propone un óptimo alternativo, en donde la respuesta es favorable y las condiciones de operación son posibles (de Oliveira et al., 2019; Goicoechea, 2016).

25 2.7.6.2. Cordillera estacionaria Figura 10: Grafico tipo cordillera estacionaria En este caso se selecciona al mejor punto. Desde el punto de vista operacional que dé una respuesta satisfactoria. En este caso poseerá muchas soluciones posibles al problema y se puede elegir sobre la conveniencia del nivel de los factores estudiados (de Oliveira et al., 2019; Goicoechea, 2016). 2.7.6.3. Loma lineal Figura 11: Gráfico de contorno lineal Ese caso es el modelo lineal con interacción para dos factores o hasta cuatro, se puede encontrar los mejores tratamientos en el color rojo, es fácil de identificar porque se sigue de acuerdo al máximo superior (Montgomery, 2013).

26 2.7.6.4. Localización del óptimo análisis de cordilleras En el caso que el punto estacionario no es el punto óptimo, en este caso se deberá ubicar el mejor punto posible dentro del entorno experimental (Montgomery, 2013). Este punto se ubica en la cordillera de mayor crecimiento de la superficie y se encuentra por el método conocido "análisis de cordilleras" de acuerdo a (Goicoechea, 2016). Figura 12: Grafico de análisis de cordillera Se construye esferas (círculos) tal como se muestra en la Figura 13 concéntricos al centro del diseño, los software de optimización emplean ecuaciones matemáticas para resolver este tipo de situaciones según Goicoechea, (2016). Figura 13: Análisis de cordillera, puntos óptimos

27 2.7.7. Error de predicción Goicoechea (2016) recomienda que, para atestiguar de haber encontrado un óptimo confiable para el sistema se debe de tener en cuenta el error en la predicción, el error de predicción de la respuesta es función del modelo postulado, el diseño y ubicación del punto. (a) (b) Figura 14: a) Diagrama de contorno para el error, b) superficie de respuesta para el error. Como se muestra en la Figura 14 (a), el sombreado comienza con la mitad de la desviación estándar y aumenta linealmente hasta 1,5 veces la desviación estándar. Mientras permanezca dentro de los rangos factoriales especificados (más/menos 1), el sombreado permanece relativamente claro; más allá de eso, la trama se oscurece (Arun et al., 2017). Se observa en la Figura 14 (b) el fondo plano en esta superficie de error estándar en forma de cuenco (esta gráfica inferior se creó cambiando el eje Y bajo a 0.4 y alto a 0.8). Eso es muy deseable para un diseño DCC (Desing-Expert, 2020). 2.8. QUEQUE 2.8.1.

Aspectos generales del queque El queque es un producto obtenido a partir de la cocción de la masa preparada con harina de trigo fortificado; harinas de granos andinos

como la quinua, cañihua, kiwicha; harina de leguminosas como el tarwi, habas entre otros; así mismo como

frutas u hortalizas, huevo fresco, aceite vegetal, mantequilla, leche en polvo, agua, azúcar, levadura, entre otros ingredientes, con o sin fortificación (QaliWarma, 2019) 2.8.2. Criterios fisicoquímicos y microbiológicos La Resolución Ministerial N° 1020-2010/MINSA aprobó en el 2010 la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, 28 Galletería y Pastelería (MINSA, 2010), en la cual se establece los criterios fisicoquímicos y microbiológicos para distintos alimentos, con sus límites permisibles. Tabla 16: Criterios físicoquímicos para

queques Parámetro Límites máximos permitidos Humedad % 40 % Acidez (expresada en ácido láctico) 0.70 % Cenizas % 3 % Fuente: MINSA (2010) Por otro lado, dentro de los criterios microbiológicos como se ve en la Tabla 16, en primer lugar, se puede observar, la "n" que esta indica el número de unidades de muestra requeridas para poder realizar el análisis microbiológico, esto quiere indicar, 5 muestras independientes de queque son necesarias para analizar la presencia de mohos. Segundo, la "C" está expresa el número máximo permitido de unidades de muestra rechazables, es decir, si más de 2 de las 5 muestras exceden los límites establecidos se rechaza todo el lote producido de queques. Este límite microbiológico entre lo aceptable y rechazable se presenta en el tercer componente, la "m". Sin embargo, en el caso de que el valor de alguna de las muestras exceda la cifra de "M", el cuarto componente, todo el lote queda rechazado inmediatamente porque representa un riesgo para la salud. La Resolución Ministerial N° 1020-2010/MINSA indica que, los productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura (pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panes, queques, obleas, pre-pizza, otros solo se requerirá evaluar mohos). Tabla 17: Criterios microbiologicos para queques Agente microbiológico Categoría Clases n o Limites por g m M Mohos 2 3 5 2 10 2 10 3 Fuente: MINSA (2010)

Tabla 18: Características organolepticas Características Especificación Color De acuerdo a la naturaleza del producto. 29 >>continúación<< Sabor y olor De acuerdo a la naturaleza del producto según su composición fisicoquímica, exento de sabores y olores extraños. Textura Suave. Aspecto Uniforme, exento de materiales extrañas y/o áreas quemadas y-7º áreas crudas Fuente: QaliWarma (2019) 2.6. Calculo porcentual de panadería 2.6.1. Porcentaje El porcentaje es una forma de expresión de las cantidades que son partes de un todo que es igual a 100 (Sebess, 2014). 2.6.2. Porcentaje panadero Una forma de expresar la proporción de los ingredientes de una fórmula para la elaboración de panes, pasteles y otros productos de panadería, es el porcentaje panadero. La utilidad del porcentaje panadero radica en que esto nos ayuda a calcular las cantidades de insumos expresados en cualquier unidad de peso sea (kilogramo, libras, etc.) utilizada en la formulación, este porcentaje nos permite modificar la cantidad de la formulación de un insumo sin alterar la proporción de los otros insumos (Ludeña, 2011). 2.7. ANÁLISIS SENSORIAL 3.5.1. Pruebas sensoriales afectivas Según Espinosa (2007), las pruebas afectivas se realizan con personas no seleccionadas ni entrenadas, a los que se les denomina " jueces afectivos", en la mayoría de los casos se escogen a consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa, pudiendo tener en cuenta la situación económica, demográfica, entre otros aspectos a consideras. Los resultados afectivos se emplean en condiciones similares a las que se consume el producto, estas se pueden ejecutar en supermercados, escuelas, plazas, etc. Los resultados permiten conocer la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado de uno o varios productos, preferencia o nivel de agrado ó varios productos, González et al. (2014) indica que los cuestionarios para las pruebas deben de ser fácil de responder y redactarse de manera clara con las preguntas de fácil comprensión.

30

100% **MATCHING BLOCK 10/38** **SA** 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Qu ... (D108895416)

ACEPTACIÓN PREFERENCIA ESCALARES Muestra simple Pareada Ordenamiento Escala Hedónica Escala de Actitud PRUEBAS AFECTIVAS

Figura 15: Clasificación de las

65% **MATCHING BLOCK 11/38** **SA** 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Qu ... (D108895416)

pruebas sensoriales afectivas Fuente: Espinosa (2007) 3.5.1.1. Pruebas escalares Las pruebas escalares de tipo afectiva son utilizadas con el propósito de conocer el nivel de agrado o desagrado de un producto elaborado

para ser estudiado, para saber si gusta o no al público, estas pruebas tienen una gran aplicabilidad, de manera que

82% **MATCHING BLOCK 13/38** **SA** PROYECTO DE TESIS- MILDRE ROSIO YANA (2).pdf (D108895417)

son fáciles de interpretar y los resultados que de ellas se obtiene permite tomar acciones importantes en relación a la venta del producto

en estudio, y da posibilidades de cambiar la formulación (Maximo & Gacula, 2004). 3.5.1.1.1. Escala hedónica facial Se emplea en consumidores de bajo nivel cultural, en poblaciones rurales analfabetas o en pruebas con población infantil a quienes se les dificulta la comprensión de escala verbal, en este tipo de análisis se presenta a los jueces caras con diferentes expresiones faciales, las cuales indican el nivel de agrado o afecto del producto evaluado, el nivel o número de caras que

se puedan contemplar puede variar, sin embargo estas oscilan entre 5 a 7, con este método se puede evaluar una o varias muestras al igual que en la escala hedónica verbal (Espinosa, 2007). (Torricella et al., 2007) indica que los resultados de estas pruebas de escala hedónica facial se procesan con la ayuda del análisis estadístico paramétrico, convirtiendo los valores de la escala facial en registro numérico del 1 al 5. Stone y Sidel (1973), menciona que cuando se trata de la preferencia de alimentos y la aceptación por parte de las personas, muestra una relación entre los dos indicadores. La selección indica la elección de un producto u otro, esto quiere decir, que no está vinculada a la aceptación o a una actitud positiva hacia ella, la aceptación de un alimento es una experiencia hedonista, 31 Con respecto a la escala hedónica Lawless y Hemann (2010) se refieren a esta como un método afectivo más utilizado en las pruebas de análisis sensorial, esto debido a su resultado informativo, esta fue creada con el fin de medir la captación de un producto, y en los últimos años se adaptó con el público objetivo, Thimoteo et al. (2013) menciona que las prácticas de aceptabilidad remendadas han demostrado que se debe de realizar varios ajustes, que a menudo son inducidas por las interpretaciones personales. 3.5.2. Escalas pictóricas y pruebas con niños Lawless y Hemann (2010) señalan que la escala hedónica facial, trata de simples caras sonrientes, también se puede utilizar caritas más representativas, con dibujos de animales, o imágenes más realistas, estas escalas fueron inventadas para que evaluar a niños o personas analfabetas, Chen y Resurreccion (1995) demostraron que las escalas hedónicas fáciles de 3 puntos con descriptores verbales podrían usarse con niños de 47 a 59 meses y que una de 7 puntos se puede usar con niños de 5 años en adelante. Figura 16: Escalada hedónica facial de 5 puntos 3.5.3. Prueba de aceptabilidad Según Liria (2007), menciona que no necesariamente existe el mismo nivel de escala me gusta mucho y me gusta, que entre me disgusta mucho y disgusta, por lo que indica que las respuestas están categorizadas en las escalas desde me gusta a no me gusta así mismo se puede evaluar de acuerdo a los atributos de las matrices alimentarias como por ejemplo: salado, dulce, espeso, etc. Para lo cual se asigna un valor numérico a cada escala. 3.5.3.1. Supuestos en pruebas de aceptabilidad Torricella et al. (2007) señala que en las pruebas de aceptación se debe de usar una escala hedónica para categorizar el nivel de aceptabilidad de una matriz alimentaria. • Se asigna un valor numérico a cada escala para el análisis. • Se usan escalas entre me gusta y no me gusta, los cuales pueden aumentar o disminuir entre 3 a 9 escalas • Solo se debe de optar por una opción de entre las demás, no se debe de marcar dos escalas.

32 CAPITULO III MATERIALES Y METODOS 3.1. HIPÓTESIS DE

LA INVESTIGACIÓN 3.1.1. Hipótesis general • La adición de harina de quinua Negra Collana y spirulina elevan el contenido de proteína de los queques obteniendo con mejores características fisicoquímicas, y aceptabilidad. 3.1.2. Hipótesis específica • Los porcentajes óptimos de adición de harina de quinua negra y spirulina dependen del contenido de proteínas en la elaboración de queques. • Los queques con mayor contenido de proteína tienen mayor contenido de hierro. • La aceptabilidad, depende de los porcentajes de proteína y hierro en los queques elaborados a base de harina de quinua Negra Collana y spirulina 3.2.

ÁMBITO DE ESTUDIO

89%

MATCHING BLOCK 17/38

SA

Borrador de tesis; Jover Y. Paredes E..docx (D102357363)

La investigación fue desarrollada en el Taller de panificación y laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Juliaca,

Ubicada en CP Ayabacas – Juliaca. Los análisis físico-químicos y microbiológicos fueron ejecutados en los laboratorios generales de la Universidad Nacional de Juliaca; los análisis de proteína y hierro, en BHIOS LABORATORIOS S.R.L. 3.3. MATERIALES 3.3.1. Materia prima Las materias primas utilizadas para la formulación de los experimentos fueron, harina de Quinua INIA 420 - Negra Collana (Chenopodium quinoa Will.) adquirida de Coopain Cabana Ltda., Spirulina en presentación polvo, adquirida de la empresa Plus Green Spirulina de la ciudad de Arequipa, y estas fueron almacenadas a una temperatura ambiente.

33 3.3.2. Insumos • Harina de trigo fortificado pastelera, Nicolini®. • Azúcar, Cartavio®. • Mantequilla sin sal, Gloria®. • Leche entera pasteurizada. • Huevo. • Zumo de naranja. • Polvo de hornear, Universal®. • Esencia de vainilla, Umsha®. 3.3.3. Equipos e instrumentos 3.3.3.1. Equipos • Horno rotativo, NOVA MOD. MAX 1000. • Mezcladora – Amasadora, NOVA. • Balanza analítica, NOVAMAK. • Estufa eléctrica, JPSELECTA. • Mufla eléctrica, P SELECTA. • Agitador magnético, VELD SCIENTIFICA. • Termobalanza, AND MX-50, 0.01% / Max 51 g. • Manta calefactora, NAHITA 655. • Autoclave. • Cuenta colonias, KERILAB No. J-02. • Microscopio, LEICA DM500. • Coche porta bandejas. • Bandejas de acero inoxidable. 3.3.3.2. Instrumentos • Cápsulas. • Pinza. • Desecador. • Bureta. • Erlenmeyer 100 cm³, 200 cm³. • Vaso precipitado 250 cm³. • Probeta 100 cm³ y 250 cm³.

34 • Lunas de reloj. • Cámaras de extracción Soxhlet. • Sifón. • Refrigerante. • Placas Petri. • Becker 600 cm³. • Erlenmeyer 100 cm³ y 250 cm³. • Micro bureta 2 cm³. • Mortero. • Pipeta volumétrica. • Tubos de ensayo. • Papel filtro. 3.3.3.3. Reactivos • Hidróxido de sodio, NaOH 0.1 N • Hidróxido de sodio, NaOH 1.25% • Ácido sulfúrico H₂SO₄ 1.25 %

Éter de petróleo con límite de destilación 35 - 60 °C. • Solución de tiosulfato de sodio. • Solución saturada de ioduro de potasio. • Solución de engrudo de almidón al 1% • Solución acética – cloroformo. •

Cloroformo CHCl₃. • Ácido acético glacial CH₃COOH. • Agua destilada hervida. • Suero fisiológico. • Agar glucosa 4% según SABORAUD. • Fenoltaleína.

35 3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL En el siguiente fluxograma ó diagrama de flujo vertical Figura 17, se muestra la etapa para la elaboración del "Queque proteico con adición de harina de quinua negra y spirulina" N° Descripción del proceso 1 Recepción de la materia: Recepción de los insumos e ingredientes. 2 Selección: De los ingredientes para los respectivos procesos detallado por esquema. 3 Formulación: Formamos un esquema en las operaciones unitarias por orden de entrada a la homogenización. 4 Pesado: Seguidamente determinados las cantidades exactas utilizando balanza analítica. 5 Mezclado/batido: Homogenizamos los ingredientes 6 Moldeado: Adecuamos la masa en los moldes en volúmenes mínimos estimulando un aproximado de peso neto 50gr. 7 Horneado: Se comete a un punto de cocción un tiempo aproximado de 20 min a 120 °C. 8 Enfriado: Se deja enfriar a la temperatura del medio ambiente 9 Inspección: Se verifica los queques horneados. 10 Empaquetado: Se procede al empaquetado de los queques. 11 Almacenado: Se almaceno a una temperatura ambiente Fuente: Adaptado de Calderón y Ortega (2009) Figura 17: Fluxograma de la elaboración de queque proteico con adición de harina de quinua negra y spirulina

36 En la Figura 18 se observa el diagrama de operación de proceso para la elaboración de "Queque proteico con adición de harina de quinua negra y spirulina" Figura 18. Diagrama de operaciones para la elaboración de queque proteico con la adición de harina de quinua negra y spirulina Fuente: Adaptado de Calderón y Ortega (2009) 4 11 3 2 5 6 7 8 9 10

Recepción de materia prima Selección Formulación Pesado Mezclado/batido Moldeado Horneado Enfriado Inspección Empaquetado Almacenado t = 20 min d = 1 m t = 60 min d = 1 m t = 20 min d = 1 m t = 20 min d = 1 m t = 20 min d = 1 m t = 60 min d = 1 m t = 20 min d = 1 m t = 20 min d = 1 m t = 10 min d = 1 m t = 30 min d = 1 m t = 60 min d = 1 m Harina de quinua negra Spirulina Queque International Organization for Standardization (ISO) Operación Operación e Inspección Inspeccion y Medición Transporte 4 Entrada de bienes Almacenamiento 1

37 Tabla 19: Formulación para

la elaboración de queque proteico

Ingredientes Cantidad % Harina de quinua negra* Spirulina* Harina de trigo Huevo Azúcar Zumos de naranja Leche entera de vaca pasteurizada Mantequilla sin sal

Polvo de hornear Esencia de vainilla - - 100 10 21 4 17 4 1 1 Nota: *El % de la harina de quinua negra Collana y spirulina varían de acuerdo a los tratamientos

Fuente: Adaptada de Castiblanco (2020) Para la formulación del queque se utilizó la metodología del porcentaje verdadero en panadería, donde se utilizó al 100 % de harina de trigo, y harina de quinua negra y spirulina de acuerdo al diseño experimental, tal como se muestra en la Tabla 20. 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL Tabla 20: Porcentaje de adición de harina de quinua Negra Collana y Spirulina % harina de quinua Negra Collana % de Spirulina Mp Nmin NB* NM** NA*** Nmax 0.0 5.8 10.0 20.0 30.0 34.1 0.0 0.5 1.0 2.0 3.0 3.4 Nota: Mp: muestra patrón, Nmin: nivel mínimo, NB: Nivel bajo, NM: nivel medio, NA: nivel alto, Nmax: Nivel máximo. Tabla 21: Número de tratamientos

38 N° de tratamiento % de harina de quinua Negra Collana % de Spirulina 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 0 34.1 20.0 5.8 10.0 10.0 30.0 20.0 30.0 20.0 20.0 20.0 20.0 0 2.0 0.5 2.0 1.0 3.0 3.0 3.4 1.0 2.0 2.0 2.0 2.0

Nota: Para el análisis de proteína, humedad, ceniza, peróxido, acidez y hierro se realizó tres repeticiones cada tratamiento para obtener una media y disminuir el error. Fuente: Obtenido de (Statgraphics, 2022)

39 3.6. DIAGRAMA EXPERIMENTAL En la Figura 19, se muestran los procesos que se dieron para el desarrollo de la investigación. Figura 19: Diagrama experimental de la investigación

94%

MATCHING BLOCK 14/38

SA

3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Qu ... (D108895416)

Harina de quinua Negra Collana Spirulina Formulación T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10 Insumos Mezclado/batido Queque Evaluación del % de Proteína LEYENDA • T1,T2...T13 = Tratamientos con diferentes % de harina de quinua negra y sprulina • P1, P2 = Queques con mayor % en proteína • H1, H2 = Queque con mayor % en hierro. • M1, M2 = Queques con mayor % en proteína y hierro. •

M0 = Muestra patrón • Mm= Muestra de mercado. T0

P1 P2 Mp Evaluación del % de Hierro H1 H2 Mp Evaluación sensorial M1 M2 Mp Mm Producto con mayor aceptabilidad Queques con mayor % de proteína Análisis proximal, fisicoquímica según y microbiológica

T11 T12 T13 Moldeado Horneado

40 3.7. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS 3.7.1. Análisis fisicoquímico de la materia prima Las materias primas: Harina de Quinua INIA 420 Negra Collana y Spirulina fueron sometidos a

análisis fisicoquímico: •

64%

MATCHING BLOCK 15/38

SA

PERFIL DE TESIS NIKO TURRONE DE QUINUA NEGRA f ... (D117792813)

Humedad (%): Método utilizado según A.O.A.C. 23.003:2003. • Ceniza (%): Método utilizado según A.O.A.C 1975. • Proteína (%): Método Kjeldahl, según A.O.A.C 2008. 3.7.2.

Análisis fisicoquímico y estadístico para el primer objetivo 3.7.2.1. Análisis fisicoquímicos • Proteína (%): Método Kjeldahl, según A.O.A.C 2008. • Humedad (%): Método utilizado según A.O.A.C. 23.003:2003. • Acidez (expresado en ácido láctico): Método NTP 206.013 según Normas técnicas peruanas. • Cenizas (%): Método utilizado según A.O.A.C 1975. • Peróxido (%): Método NTP 206.016 según Normas técnicas peruanas. 3.7.2.2. Análisis

estadístico: • Se utilizó el software Desing-Expert 13®, y se aplicó el modelo de superficie de respuesta, bajo el diseño central compuesto. 3.7.3.

Análisis fisicoquímico y estadístico para el segundo objetivo 3.7.3.1. Análisis fisicoquímicos • Hierro (%): Espectrofotometría de absorción de llamas (FAAS) 3.7.3.2. Análisis

estadístico: • Se utilizó el software RStudios® versión 2021, se aplicó el diseño completamente al azar al 5% de nivel de significancia y la prueba

Duncan 3.7.4. Análisis sensorial y estadístico para el tercer objetivo 3.7.4.1. Análisis sensorial Análisis: Método utilizado de escala hedónica facial de 5 puntos según Espinosa (2007), 100 panelistas no entrenados entre 3 a 12 años de edad, de ambos sexos.

41 3.7.4.2. Análisis estadístico Se utilizó el software Minitab 21, empleando análisis estadístico no paramétrico test de Friedman Análisis fisicoquímico del producto final Para el producto final se realizó el análisis fisicoquímico y microbiológico se realizó de acuerdo a las especificaciones para queques en la RM N° 1020-2010/MINSA. 3.7.4.3. Evaluación fisicoquímica • Proteína: Método Kjeldahl, según

32%

MATCHING BLOCK 16/38

SA

3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Qu ... (D108895416)

A.O.A.C 2008. • Humedad: Método utilizado según A.O.A.C. 23.003:2003. • Cenizas: Método utilizado según A.O.A.C 1975. • Acidez: Método NTP 206.013 según Normas técnicas peruanas. • Fibra: Método según A.O.A.C 985.29. • Carbohidratos: Método por diferencia, según Collazos 1993. • Peróxido: Método

NTP 206.016 según Normas técnicas peruanas, (INACAL, 2016). 3.7.4.4. Evaluación microbiológica • Mohos: Método según AOAC 977.02.

42 CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 4.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA MATERIA PRIMA En la Tabla 22 se observa los datos obtenidos del análisis de proteína, humedad, ceniza de la materia prima que se empleó para elaborar los queques, harina de quinua INIA- 420 Negra Collana y Spirulina. Tabla 22: Análisis de la materia prima Materia prima % proteína* % humedad % ceniza Harina de quinua INIA 420 – Negra Collana 12.97 8.21 2.41 Spirulina 62.84 12.1 6.41 Fuente: *BHIOS LAB, (2021) La spirulina estudiada presento 62.84 % proteína, 12.1 % humedad y 6.41 % ceniza, de acuerdo a los análisis realizados Tabla 22, el valor obtenido en esta investigación es cercano a lo reportado por Mesbah et al. (2022) 62.40 % proteína, 6.01 % humedad, 8.10 % ceniza y Mendoza (2017) reporto en su estudio el análisis químico proximal de la spirulina deshidratada, señalando que contiene, 61.61 % proteína, 13.42 % de humedad y 5.2 % de ceniza. Así mismo se han reportado valores más bajos para la spirulina, según a los reportes de los investigadores (Donato et al., 2019; Mostolizadeh et al., 2020; Veena et al., 2022) 58.62, 57.47, 59.2 % de proteína; 11.99, 7.46, 5.8 % humedad y 8.00, 6.03, 7.40 % ceniza, asimismo se reportó investigaciones con valores altos, como los de (Paula da Silva et al., 2021; Raczyk et al., 2022; Şahin, 2020) 80.00, 71.34, 65.00 % proteína; 11.07, 5.93, 10.71 % cenizas y 7.09, 5.22 % de humedad, por otro lado (Al-Azhar, 2016; Lemes et al., 2012; Munis et al., 2013; Pagnussatt et al., 2014) quienes reportan valores entre 64 % a 74 % de proteína en la spirulina, ya que esta proteína es superior a la carne de pescado (15.0 – 25.0 %), soja (35.0 %), leche (35 %). Por lo que el presente estudio de la spirulina se encuentra dentro de los valores reportados por los investigadores.

43 La harina de quinua INIA – 420 Negra Collana en el presente trabajo de investigación fue de 12.97 % de proteína, 8.21 % de humedad, 2.41 % ceniza Tabla 22, este valor obtenido es cercano al reportado por Bhinder et al. (2021) 12.15 % proteína, 7.45 % humedad y 3.91% de ceniza así mismo Vásquez et al. (2016) reporto 12.80 % de proteína, 12.80 % de humedad, 0.5 % de ceniza. Se han reportado valores más bajos para la harina de quinua INIA – 420 Negra Collana, según Aviles (2019) reporta 10.95 % proteína, 10.17 % humedad y 2.64 % ceniza, así mismo Arzapolo et al. (2015) menciona que obtuvo 9.90 % de proteína, 11.50 % humedad y 2.62 % de ceniza, mientras que se reportaron contenidos más altos de acuerdo a la investigación de Zea (2010), donde realizo el análisis químico proximal de la harina de quinua Negra Collana, señalando que contiene 14.94 % proteína, 2.12 % de ceniza, y de la misma manera Choque & Neira (2017) reporta 14.08 % proteína, 9.00 % humedad y 2.34 % ceniza. Los datos reportados por diferentes investigadores, coinciden con los datos obtenidos en la investigación, lo cual garantiza el alto nivel de nutriente de la materia prima. 4.2.

DETERMINACIÓN DE

LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PORCENTAJE DE LA ADICIÓN DE HARINA DE QUINUA NEGRA COLLANA Y SPIRULINA SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LA ELABORACIÓN DE QUEQUES.

En la Tabla 23 se observa los resultados alcanzados en los diferentes tratamientos de queques, elaborados con harina de quinua INIA 420 Negra Collana y Spirulina. Se observa que la composición fisicoquímica siempre fue menor en el queque control (T0), el contenido de proteína oscila entre 7.02 - 8.72 %, humedad 17.56 - 19.75 %, acidez 0.42 - 0.48, ceniza 1.45 - 1.84 %, peróxido 1.42 - 1.48 me/kg. Tabla 23: Resultado fisicoquímico de los diferentes tratamientos Tratamientos Proteína % X ± DE Humedad % X ± DE Acidez % X ± DE Ceniza % X ± DE Peróxido Me/kg X ± DE

90%

MATCHING BLOCK 20/38

SA

Borrador de tesis; Jover Y. Paredes E..docx (D102357363)

T0 7.02 ± 0.01 15.33 ± 0.81 0.43 ± 0.01 1.53 ± 0.28 1.48 ± 0.07 T1 8.72 ± 0.02 18.00 ± 1.00 0.42 ± 0.05 1.84 ± 0.80 1.42 ± 0.02 T2 8.03 ± 0.01 19.75 ± 0.68 0.42 ± 0.05 1.5 ± 0.05 1.43 ± 0.01 T3 8.27 ± 0.03 18.52 ± 0.51 0.48 ± 0.05 1.6 ± 0.14 1.43 ± 0.01 44 >>continuación<< T4 8.49 ± 0.06 18.69 ± 0.37 0.48 ± 0.05 1.45 ± 0.18 1.47 ± 0.01 T5 8.41 ± 0.02 18.54 ± 0.12 0.42 ± 0.05 1.62 ± 0.27 1.42 ± 0.01 T6 8.57 ± 0.01 17.56 ± 0.47 0.48 ± 0.05 1.75 ± 0.06 1.48 ± 0.01 T7 8.31 ± 0.02 17.54 ± 0.11 0.47 ± 0.04 1.49 ± 0.17 1.47 ± 0.02 T8 8.04 ± 0.01 17.78 ± 0.61 0.48 ± 0.05 1.57 ± 0.39 1.48 ± 0.02 T9 8.44 ± 0.04 17.94 ± 0.58 0.42 ± 0.05 1.56 ± 0.13 1.43 ± 0.02 T10 8.45 ± 0.02 17.92 ± 0.89 0.42 ± 0.05 1.57 ± 0.26 1.42 ± 0.02 T11 8.44 ± 0.02 17.93 ± 0.56 0.43 ± 0.06 1.57 ± 0.22 1.43 ± 0.01 T12 8.43 ± 0.02 17.94 ± 0.86 0.42 ± 0.01 1.58 ± 0.32 1.42 ± 0.01 T13 8.45 ± 0.01 17.93 ± 0.63 0.43 ± 0.06 1.56 ± 0.23 1.43 ± 0.01

91% **MATCHING BLOCK 18/38** SA 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Qu ... (D108895416)

MINSA (2010), norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería RM N° 1020-2010/MINSA.

Así mismo en la Tabla 23 se puede evidenciar que el tratamiento con mayor porcentaje de proteína fue el tratamiento T1 con 8.72 % e inferior el tratamiento T0 (muestra patrón) 7.02 %. En la Tabla 24, se observa la relación de la harina de quinua INIA 420 – Negra Collana y la Spirulina respecto al % de proteína, en este estudio los valores P inferiores a 0,050 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, B-Spirulina y el modelo es un término significativo. Los valores superiores a 0,050 indican que los términos del modelo no son significativos, en este caso notamos que el efecto de la interacción de los factores AB no es significativo.

Tabla 24: Análisis de la varianza del contenido de proteína en la elaboración de queque

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	0.1891	3	0.0630	0.0387	0.0501
A-Harina de quinua negra	0.0092	1	0.0092	0.0057	0.4716
B-Spulina	0.0841	1	0.0841	0.0516	0.0454
AB	0.0900	1	0.0900	0.0552	0.0565
Residual	14.67	9	1.63		
Lack of Fit	0.1135	5	0.3578	0.1111	0.0001
Pure Error	0.002	4	0.0001		
Cor Total	14.86	12			

En la Figura 20, se observa el gráfico de dispersión, el point de color naranja, correspondiente al mejor tratamiento el T1 (H=34.1% y S=2.0 %) con un contenido de proteína de 8.72 %; seguido del point color verde claro, correspondiente al tratamiento T6 (H=30.0 % y S=3 %) con un contenido de proteína de 8.56 %. Figura 20: Gráfico de dispersión 3D para el porcentaje de proteína

En la Figura 21 (a) la curva negra muestra la variación del contenido de proteína cuando se trabaja a menos de 5.8 % de harina de quinua y la roja cuando se trabaja a mayor de 34.1 % de harina de quinua se observa el incremento de proteína, del mismo modo en la Figura 21 (b) la curva negra muestra la variación del contenido proteína cuando se trabaja a menos de 0.5 de spirulina y la roja cuando se trabaja a mayor de 3.4 de spirulina se observa el incremento de proteína.

5.8 11.46 17.12 22.78 28.44 34.1 0.5 1.08 1.66 2.24 2.82 3.4 8 8.2 8.4 8.6 8.8

A:Harina de quinua negra (%) B:Spulina (%) Proteina (%)

3 Design-Expert® Software Correlation: -0.000 Color points by Proteina 8.03 8.72

46 (a) (b) Figura 21: (a) Diagrama de interacción para harina de quinua negra, (b) diagrama de interacción para la spirulina, respecto al porcentaje proteína. En la Figura 22 (a) se observa el gráfico obtenido, tipo silla de montar de ascenso, el pico de color rojo cálido muestra los mejores tratamientos, y en la Figura 22 (b) se observa el grafico de contorno con una trayectoria en sentido de su máxima pendiente, así mismo el punto silla o estacionario se encuentra en el centro del gráfico, por otro lado, se puede observar los niveles bajos de porcentaje de proteína en la parte superior e inferior de color azul frío, y en la parte derecha superior de color rojo cálido o la pendiente máxima con los mejores tratamientos. Los gráficos muestran que, a medida, aumenta el porcentaje de harina

47 de quinua negra y spirulina el porcentaje de proteína incrementa, en la Figura 22 (b) se muestra la zona de color rojo cálido con mayor porcentaje de proteína siendo los mejores tratamientos el T1 (8.72 %) y T6 (8.57 %), mientras que los valores menores se encuentran en el valle de color azul y verde.

(a) (b) Figura 22: (a) Diagrama de superficie de respuesta 3D, (b) diagrama de contorno respecto al porcentaje de proteína. Por otro lado, la modelización por el efecto de las variables porcentaje de harina de quinua negra y porcentaje de spirulina se establece mediante un modelo de correlaciones múltiples la misma que la representa una ecuación polinómica de segundo orden mostrando en la ecuación.

$$\text{PROTEÍNA} = + 8.43 + 0.0487 * A + 0.157 * B + 0.308 * AB + 0.0708 * A^2 - 0.248 * B^2$$

En el estudio del porcentaje proteína para el queque, no se tuvo un valor-p menor que 0.050, indicando que no existe diferencia significativa, por lo que se realizó la comparación de medias, así mismo se realizó el análisis de ANOVA la cual se observa en la Tabla 25, en donde se observa que si existe diferencia al menos en uno de los trece tratamientos, además se realizó la prueba Tukey, Tabla 26, donde clasifica en 5 grupos a los tratamientos: grupo "A" representado por el tratamiento T1, grupo "B" representado por los tratamientos T6 y T4, grupo "C" representado por el grupo T4, T13, T10, T11, T9, T12, T5, grupo "D" representado por los tratamientos T7 y T3, y el último grupo "E" conformado por los tratamientos T8 y T2.

48 Tabla 25: Análisis de la varianza del contenido de proteína en la elaboración de queque

84% **MATCHING BLOCK 19/38** SA Borrador de tesis; Jover Y. Paredes E..docx (D102357363)

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p TRATAMIENTOS 12 1.30968 0.109140 141.88 0.000 Error 26 0.02000 0.000769 Total 38 1.32968

Tabla 26: Análisis de comparación en parejas de Tukey y una confianza de 95%

66% **MATCHING BLOCK 21/38** SA AvilaZavaletaAdyBregette.docx (D119252972)

TRATAMIENTOS N Media Agrupación T1 3 8.7200 A T6 3 8.56667 B T4 3 8.4933 B C T13 3 8.44667 C T10 3 8.4467 C T11 3 8.4433 C T9 3 8.4400 C T12 3 8.4333 C T5 3 8.4133 C T7 3 8.31333 D T3 3 8.2733 D

T8 3 8.040 E T2 3 8.0300 E Nota:

100% **MATCHING BLOCK 22/38** SA EF__ AvilaZavaletaAdyBregette_PeredaCalderon_W ... (D141593363)

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la Figura 23 se observa, que la mejor muestra que sobresale es el tratamiento T1 (8.72 % proteína) seguido del tratamiento T6 (8.57 % proteína). Figura 23: Gráfico de intervalos de % Proteína vs. Tratamiento

49 En la Figura 24 se observa el diagrama de contorno que representa una superficie de respuesta minimax tipo silla de montar. A medida que el color se oscurece, la respuesta aumenta, desde el punto de vista estacionario (punto de silla de montar), al aumentar cualquier de los factores y reducir el otro, se produce un aumento en la respuesta. Estas gráficas de contorno se basan en un modelo de regresión (Minitab20, 2019). Para localizar los puntos óptimos se realizó el análisis de cordillera recomendada por (Goicoechea, 2016), en este caso el software Design-Expert 13, ubica el punto estacionario Figura 24 (a) en el centro de la cordillera de color verde, y se construye esferas concéntricas al centro del diseño los puntos Figura 24 (b), en la cual se ubica dos tratamientos, points de color blanco en la zona de color rojo cálido (factor constante de 8.6 grados) con mejor porcentaje de proteína T1 (8.72 %) y T6 (8.57 %) siendo T1 el superior en porcentaje de proteína. (a) (b) Figura 24: Diagrama de contorno de tratamiento optimo. asegurar de haber encontrado el mejor tratamiento para el estudio se ejecuta en el software Desing-Expert 13, el error en la predicción de la respuesta en función del modelo. En la Figura 25 (a) se observa que el sombreado aumenta linealmente hasta 0.150 veces la desviación estándar, mientras permanezca dentro de los rangos factoriales (más/menos 1) es mejor, el centro permanece claro; más allá de eso, la trama se oscurece. Así mismo en la Figura 25 (b) se observa el fondo plano en esta superficie de error estándar en forma de Punto estacionario

50 cuando lo cual es muy deseable para el diseño superficie de respuesta y diseño central compuesto según Desing-Expert (2020). También se observa que el punto estacionario efectivamente se encuentra en el centro (point 5) por ende se valida los tratamientos T1 (8.72 %) y T6 (8.57 %), por diferencia el T1 (8.72% de proteína) es el mejor tratamiento encontrado. (a) (b) Figura 25: Diagrama de contorno para el error, b) superficie de respuesta para el error. En la Figura 26, se observa la predicción para el mejor tratamiento según el software Design-Expert 13, obteniendo 8.77 % de proteína, para llegar a este valor se debe utilizar 34.1 % de harina de quinua negra Collana y 3.4 % spirulina como se observa en la Figura 26, los cuales están cercanos a los valores obtenidos en la investigación T1 8.72 % proteína con la adición de 34.1 % de harina de quinua negra y 2.0 % spirulina. Figura 26: Gráficos de rampa para la optimización.

51 En la investigación se obtuvo como mejor tratamiento el T1 con 8.72 % de proteína con la adición de 34.1 % de harina de quinua negra Collana y 2.0 % de spirulina, seguido del T6 con 8.57 % proteína, estos resultados demuestran que el incremento de harina de quinua y spirulina incrementa el porcentaje de proteína, tal como lo demuestran diversas investigaciones, Zanganeh et al. (2020) menciona que el contenido de proteína, así como otras propiedades nutricionales del bizcocho, aumento a medida que se incrementó el contenido de spirulina, así mismo Hassani (2019) indica que al incrementar spirulina a la matriz alimentaria, mejora las propiedades fisicoquímicas y funcionales. Por otro lado Palomino (2015) y Vásquez et al. (2016), efectuaron comparaciones de pan normal y panes con la adición de harina de quinua a diferentes porcentajes, por lo que dan a conocer que el porcentaje de proteína en el pan incrementa a medida que se aumenta el porcentaje de sustitución, así mismo (de Morais et al., 2006) señala que el incremento de proteína en los bizcochos con adición de 5.0 % de spirulina, obtuvieron 7.7 % de proteína, del mismo modo Krüger et al. (2003) obtuvo queques con 7.6 a 8.1 % de proteína y la comparo con queque comercial que presentó 6.3 % de proteína, Nmorka y Okezie (1982) menciona que la adición de legumbres o granos a los productos de panadería mejora en su calidad nutricional, ya que se puede evidenciar el aumento en su calidad y cantidad proteica, estas investigaciones dan sustento a los resultados obtenidos en esta investigación. Así mismo en el estudio de los trece tratamientos se muestra un incremento mínimo, tal como reporto Souzankar et al. (2019) en la que menciona, que la cantidad de proteína aumento de un mínimo de 0.17 % a 1.82 % en la elaboración de bizcochos, del mismo modo Ferreira et al. (2022) reporto un incremento mínimo de proteína 9.63, 10.01 y 10.71 % de proteína con la adición de 1, 3 y 5 % de spirulina donde menciona que la temperatura influyo sobre las propiedades nutricionales 180 °C por 15 min, la influencia de la temperatura y tiempo de horneado juegan un papel importante en la obtención de matrices alimentarias nutricionales, las altas temperaturas afectan las propiedades nutricional degradando las proteínas y otras propiedades tal como afirma Ferreira et al. (2022). En el estudio se llegó a alcázar a 8.72 % de proteína con la adición de 34.1 % de harina de quinua y 2.0 % de spirulina, mientras que en otras investigaciones señalan valores mínimos y otros superiores en contenido de proteína, Pisfil (2017) argumenta que en la elaboración de pan con la adición de harina de quinua, cañihua y kiwicha alcanzó a una optimización de 9% harina de quinua obteniendo 11.95 % proteína, por otro lado Huayna (2016) optimizo la incorporación de harina de tarwi y quinua incrementando el contenido de

52 proteína donde se determinó que la mezcla adecuada fue el 10 % de harina de quinua en la elaboración de queque reportando 6.97 % proteína. Diaz (2017) indica que se puede agregar hasta 20 % de harina de quinua en la elaboración de pan mejorando la calidad nutricional, por otro lado Gutierrez (2022) logro obtener la mezcla optima de 16.29 % de quinua y 3.71 % de otros cereales obteniendo alto valor proteico respecto a un pan control, la formulación óptima fue de 9.84 % de proteína, así mismo Rolis (2022) señala que el contenido de nutricional mejoro agregando 25 % quinua y 75% de otros granos obteniendo un mayor contenido de proteína 15.35 %. Por otro lado investigaciones sobre la spirulina como Kang et al. (2021) reporto que la adición de 0.8% de spirulina obtuvo mejor calidad nutricional y aceptabilidad, Aguilar & Marcillo (2018) menciona que 2% de spirulina incrementa 10 % de proteína, por otro lado (Ferreira et al., 2022) indica que hasta 3% de spirulina optimizada en la elaboración de galletas eleva el contenido nutricional, en la investigación se obtuvo como el mejor tratamiento el T1 con una adición de 34.1 % de harina de quinua negra y 2.0 de spirulina obteniendo 8.72 % proteína, los porcentajes de proteína varían, puesto que en las demás investigaciones se adicionan otros tipos de granos y cereales que ayudan al incremento de proteína en las matrices alimentarias lo cual les da mayor valor nutricional. Algunas investigaciones reportaron mayores porcentajes de proteína, (Lemes et al., 2012) 14.50 % de proteína, (B. Lucas et al., 2020) 12.09 % de proteína, esto debido a que se utilizaron mayores porcentajes de spirulina (> 5%), así mismo (Elías et al., 2021; Mendoza- Pérez & Palacios-Morales, 2018) reportaron 8.64 y 12.5% de proteína dado que utilizaron harina de quinua en mayor porcentaje y la combinación con otros granos andinos alcanzado mayor contenido nutricional. Por otro lado se realizaron otras investigaciones en diversas matrices alimentarias, Rodríguez et al. (2014) estudio el efecto de la biomasa de spirulina sobre la calidad tecnológica y nutricional de la pasta de trigo donde reporto sobre los valores obtenidos para el contenido de proteína en pasta cruda 23.49 (g/100 g) y pasta cocida 23.74 (g/100 g), así mismo indica que la incorporación de polvo de spirulina resultó en una considerable mejora del contenido proteico en el producto, el contenido proteico no fue significativo porque no se encontró diferencia entre pasta cruda y la cocida, la mejora de contenido de proteína en la pasta resulta de alta concentración de estas macromoléculas en la biomasa de micro-algas, a diferencia de la mayoría de las algas. La spirulina como cianobacteria tiene alta digestibilidad debido a la falta de celulosa en su pared celular lo cual facilita para el consumo

53 humano (Khan & Ghramh, 2022). Investigaciones realizadas con diferentes matrices alimentarias, señalan el incremento de proteico en galletas; 11.47 – 14.98 % (S. da Silva et al., 2021; Donato et al., 2019; Irmak, 2019; Şahin, 2020); pasta 11.00 – 14.58 % (Hussein et al., 2021; D. Kumar et al., 2022; Raczyk et al., 2022; Rodríguez et al., 2014), se reportaron contenidos más altos de proteína, probablemente porque estas investigaciones utilizaron otros ingredientes como: granos andinos, yogur, soya entre otros ingredientes que son fuentes de proteína. Koli et al. (2021) observó una variación significativa en valores nutricionales como proteína, carbohidratos y lípidos donde en la pasta que elaboró a partir de sémola contenía 11.52 % de proteína y la pasta enriquecida con biomasa fresca de spirulina reportó un aumento de proteína hasta 38,73 %. La mejora en el contenido de proteína con la adición de spirulina está de acuerdo a varios estudios realizados por investigadores como (Donato et al., 2019; Irmak, 2019; Veena et al., 2022), Paula da Silva et al. (2021) señala que la harina de trigo integral por biomasa de spirulina para la producción de galletas no solo enriquece el producto en términos de contenido proteico, sino que también incrementaría su contenido proteico y la calidad. De otro lado (Buriti, 2017; Rodrigues, 2015; B. Silva, 2017) elaboraron productos de panificación y pasta, empleando como materia prima solo harina de trigo integral y spirulina, pues así reportaron menores porcentajes de proteína en comparación con los resultados obtenidos en la investigación, de esta forma se contrasta que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua negra y la adición de spirulina mejoró la composición nutricional de la matriz alimentaria, consecuentemente (Elías et al., 2021; Mendoza-Pérez & Palacios-Morales, 2018; Mu et al., 2022; Navarro-Martínez & Pereira-Jalilie, 2000; Valdivia, 2019; Vásquez et al., 2016; Xu et al., 2019) mencionan que la adición de harina de quinua incrementó el contenido de proteína en las matrices alimentarias desarrolladas, y las propiedades fisicoquímicas y estructurales cambiaron significativamente debido a la interacción molecular de la proteína. (Mu et al., 2022; Tiga et al., 2021; Uribe-Wandurraga et al., 2019) aprecian el potencial de las microalgas y los compuestos derivados de microalgas para emplearse como ingrediente novedoso con propiedades funcionales en la industria de la panadería, pasta y galletas, generalmente estos estudios intentaron y consiguieron mejorar las propiedades nutricionales de los alimentos, incorporando la biomasa de spirulina en sus formulaciones. Estas investigaciones dan soporte a la investigación realizada, el incremento de harina de 54 quinua negra y spirulina, aumenta el valor nutricional, como el contenido de proteína, esto se debe al contenido proteico presente en la quinua 12.97 % y spirulina 62.84 % según el estudio realizado Tabla 22. En la Tabla 27, se observa la relación de la harina de quinua INIA 420 – Negra Collana y la Spirulina respecto al % de humedad, en este estudio los valores P inferiores a 0,050 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, B-Spirulina es un término significativo. Los valores superiores a 0,050 indican que los términos del modelo no son significativos, en este caso notamos que el efecto de la interacción de los factores AB no es significativo. Tabla 27: Análisis de la varianza del contenido de humedad en la elaboración de queque

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	2.46	3	0.8208	4.12	0.0429
A-Harina de quinua negra	0.8532	1	0.8532	4.28	0.0685
B-Spirulina	1.60	1	1.60	8.02	0.0197
AB	0.0012	1	0.0012	0.0061	0.9392
Residual	1.79	9	0.1994		
Lack of Fit	1.79	5	0.3589	5127.67	> 0.0001
Pure Error	0.0003	4	0.0001		
Cor Total	4.26	12			

En la Figura 27, se observa el point de color anaranjado el valor más alto de humedad 19.75 % de humedad T2 (H = 20 % y S = 05 %) y de menor valor 7.54 % de humedad point de color azul T7 (H = 20 % y S = 3.4%), también se observa los points de color verde y celeste son los que obtuvieron el porcentaje humedad cuasi similares.

55 Figura 27: Gráfico de dispersión 3D para el porcentaje de humedad Los valores obtenidos se observan en la Tabla 23, según MINSAs (2010) de acuerdo a la RM N° 1020-2010/MINSAs, indica que los parámetros límites máximos permisibles de humedad en productos de panadería (queque), se encuentra como máximo valor 40 %, al realizar las comparaciones entre los resultados obtenidos y la norma, el queque se encuentra en el rango de humedad permisible, valor mínimo 15.33 % y valor máximo 19.75 %. Así mismo diferentes autores reportaron porcentajes de humedad en la elaboración de matrices alimentarias con la adición de harina de quinua (Aviles, 2019; Elías et al., 2021; Huayna, 2016; Mendoza-Pérez & Palacios-Morales, 2018; Navarro-Martínez & Pereira-Jalilie, 2000; Vásquez et al., 2016) 8.65, 10.17, 12.95, 17.00, 26.5, 36.96 % de humedad, en estos estudios se observa el incremento de humedad esto se debe a que trabajaron a distintos porcentajes de adición de harina de quinua por otro lado estudios en matrices alimentarias elaborados con la adición de spirulina (Aviles, 2019; Huayna, 2016; Navarro-Martínez & Pereira-Jalilie, 2000; Vásquez et al., 2016) reportaron 12.95, 8.65, 10.17, 35.96 % de humedad, en estos estudios se puede evidenciar las diferencias en porcentaje de humedad puesto también se trabajó a diferentes % de spirulina. Por otro lado Zanganeh et al. (2020) demuestra en su estudio el efecto de diferentes porcentajes de spirulina sobre las propiedades fisicoquímicas de los bizcochos, donde reportó que la adición de spirulina platensis al bizcocho provocó la reducción de su contenido de humedad durante el almacenamiento (días 1, 5 y 10).

56 Aviles (2019) indica que el análisis químico proximal de las matrices alimentarias obtenidas con mezcla de harina de quinua y otras harinas varía de acuerdo al porcentaje de la mezcla y tipo de harina En la Tabla 28, se observa la relación de la harina de quinua INIA 420 – Negra Collana y la Spirulina respecto al % de ceniza, en este estudio los valores P inferiores a 0,050 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, A- Harina de quinua negra es un término significativo. Los valores superiores a 0,050 indican que los términos del modelo no son significativos, en este caso notamos que el efecto de la interacción de los factores AB no es significativo. Tabla 28: Análisis de la varianza del contenido de ceniza en la elaboración de queque

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	0.0578	3	0.0193	2.40	0.1351
A-Harina de quinua negra	0.0429	1	0.0429	5.35	0.0460
B-Spirulina	0.0145	1	0.0145	1.81	0.2118
AB	0.0000	1	0.0000	0.0031	0.9567
Residual	0.0721	9	0.0080		
Lack of Fit	0.0719	5	0.0144	205.31	> 0.0001
Pure Error	0.0003	4	0.0001		
Cor Total	0.1299	12			

En la Figura 28, se observa el point de color anaranjado el valor más alto de ceniza 1.84 % T1 (H = 34.1 % y S = 2 %) y menor valor 1.45 % de ceniza point de color azul T4 (H = 10 % y S = 1 %), también se observa los points de color verde los que obtuvieron el porcentaje ceniza similar, a mayor cantidad de harina de quinua negra y spirulina incrementa el porcentaje de ceniza.

57 Figura 28: Gráfico de dispersión 3D para el porcentaje de ceniza Los valores obtenidos se observan en la Tabla 23, según MINSA (2010) de acuerdo a la RM N° 1020-2010/MINSA, indica que los parámetros límites máximos permisibles de ceniza en productos de panadería (queque), se encuentra como máximo valor 3 %, al realizar las comparaciones entre los resultados obtenidos y la norma, el queque se encuentra en el rango de ceniza permisible, valor mínimo 1.45 y valor máximo 1.84 %. Mu et al. (2022), señala que a medida que se incrementa el porcentaje de quinua, también incrementa el porcentaje de cenizas. Se sabe que dentro de su composición de la quinua negra y spirulina, contienen alto contenido de minerales, es por ello que los resultados obtenidos coinciden con lo mencionado. S. da Silva et al. (2021) informo en su trabajo 11.7 % de ceniza mientras que A. Kumar et al. (2018) 1.72 % ceniza y D. Kumar et al. (2022) 8.34 % ceniza. En la Tabla 29, se observa la relación de la harina de quinua INIA 420 – Negra Collana y la Spirulina respecto al % de acidez, en este estudio los valores P inferiores a 0,050 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, la interacción de los factores AB es significativo. Tabla 29: Análisis de la varianza del contenido de acidez en la elaboración de queque

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	Model
A-Harina de quinua negra	0.0001	1	0.0001	0.1231	0.7337	B-Spirulina
B-Spirulina	0.0000	1	0.0000	0.0174	0.8979	
AB	0.0009	1	0.0009	0.9298	0.3601	Residual
Residual	0.0087	9	0.0010			Lack of Fit
Lack of Fit	0.0086	5	0.0017	57.27	0.0008	Pure Error
Pure Error	0.0001	4	0.0000			Cor Total
Cor Total	0.0097	12				

58 En la Figura 29, se observa el point de color rojo los valores más altos de acidez los tratamientos T3, T4, T6 y T8 y el point de color azul los valores menores de acidez que son los tratamientos T1, T2, T5, T9, T10 y T12, a medida que incrementa el contenido de harina de quinua negra y spirulina incrementa el contenido de acidez. Figura 29: Gráfico de dispersión 3D para el porcentaje de acidez. Los valores obtenidos se observan en la Tabla 23, según MINSA (2010) de acuerdo a la RM N° 1020-2010/MINSA, indica que los parámetros límites máximos permisibles de acidez en productos de panadería (queque), se encuentra como máximo valor 0.70 %, al realizar las comparaciones entre los resultados obtenidos y la norma, el queque, obtuvo como valor mínimo 0.40 % y valor máximo 0.48 % de acidez los cuales se encuentran próximos al valor máximo de acidez indicado por la norma. Según la investigación de Machado et al. (2010) se observó una tendencia de incremento de acidificación, mostrando una tendencia creciente después de la primera semana de almacenamiento, posiblemente por el incremento de la spirulina a la mezcla, y el tiempo de conservación, según (Franco & Landgraf, 2019) algunas levaduras o composición de la spirulina, produce ácidos orgánicos y, en consecuencia, aumenta la acidez, lo que podría haber ocurrido en este estudio, (Ferreira et al., 2022) reporto en su muestra patrón

59 0.15 % acidez y a medida que incrementaba el % de spirulina la acidez incremento hasta un 0.18 % acidez En la Tabla 30, se observa la relación de la harina de quinua INIA 420 – Negra Collana y la Spirulina respecto al % de peróxido, en este estudio los valores P inferiores a 0,050 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, la interacción de los factores AB es significativo. Tabla 30: Análisis de varianza del contenido de peróxido en la elaboración de queque

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	Model
A-Harina de quinua negra	0.0003	1	0.0003	0.4795	0.5061	B-Spirulina
B-Spirulina	5.249E-06	1	5.249E-06	0.0078	0.9316	AB
AB	0.0006	1	0.0006	0.9268	0.3608	Residual
Residual	0.0061	9	0.0007			Lack of Fit
Lack of Fit	0.0059	5	0.0012	39.66	0.0017	Pure Error
Pure Error	0.0001	4	0.0000			Cor Total
Cor Total	0.0071	12				

En la Figura 30, se observa el point de color rojo los valores más altos de peróxido, que fueron los tratamientos T6 y T8, el point de color azul los valores menores en acidez correspondientes a los tratamientos T1, T5, T10 y T12, a medida que incrementa el contenido de harina de quinua negra y spirulina incrementa el contenido de peróxido. Figura 30: Gráfico del efecto principal del % peróxido.

60 Según MINSA (2010) de acuerdo a la RM N° 1020-2010/MINSA, indica que los parámetros límites máximos permisibles de peróxido en productos de galletería y oblea, se encuentra como máximo valor 5 mg/kg, al realizar las comparaciones entre los resultados obtenidos y la norma, el queque se encuentra en el rango de peróxido por debajo de la norma de peróxido para galletas y oblea, valor mínimo 1.42 me/kg y valor máximo 1.48 me/kg. En el estudio

58%

MATCHING BLOCK 23/38

SA

Documento de trabajo de titulación Srta. Luna ... (D111192804)

se observa que a medida que se incrementa el porcentaje de harina de quinua y spirulina aumenta el contenido

de peróxido, a todo esto, Machado et al. (2010) indica que en los índices de peróxido del pan común estudiado, tuvo un comportamiento durante el almacenamiento, incrementándose el índice de peróxido por el proceso de oxidación de lípidos que se inicia con la producción de peróxido y disminuye al cabo de tres días. Según Dantas (2015) el contenido de lípidos de un alimento es importante para determinar las reacciones disponibles para las transformaciones químicas que resulten en oxidación, esto resultados podría sostener los datos obtenidos en la investigación desarrollada. Además Calligaris et al. (2008) estudio la predicción de la vida útil de palitos de pan utilizando índices de oxidación, a medida que subía la temperatura de almacenamiento, aumentaba el contenido de peróxido en los palitos de pan 1.7 a 2.9 meq/kg, por otro lado M. Palomino & Salazar (2017) elaboraron galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y chía, donde el índice peróxido, varía ligeramente en las galletas, desde 2,19 meq/kg a 2,32 meq/kg las cuales indica que estos resultados se encuentran dentro de la (NTP) normas técnicas peruanas, así mismo Amini et al. (2022) señalan que encontraron 2 meq/kg de peróxido en torta de quinua, la muestra control fue mayor que el tratamiento, por lo que mencionan que el bajo índice de peróxido de la torta de quinua se debe a la temperatura de horneado, por otro lado Flores (2016) reporta 0 meq/kg de peróxido en las galletas elaborada a partir de harina de quinua, así mismo Chavez (2017) en la evaluación de galletas, indica que no presentaron valores de índice de peróxido por lo que da a las galletas grado de estabilidad y mayor tiempo de vida útil, en la investigación de Calligaris et al. (2008) manifiesta que la temperatura de almacenamiento influye en el contenido de peróxido y genera una reacción lipídica incrementando el contenido de peróxido al cabo de 3 días esta disminuye así mismo otro de los factores es la temperatura de horneado tal como afirma Amini et al. (2022), estos factores pudieron afectar a al incremento de peróxido del queque u otros factores de la interacción de la mantequilla, spirulina y harina de quinua.

61 4.3. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HIERRO DE LOS QUEQUES CON ALTO CONTENIDO DE PROTEÍNA. En la Tabla 31, se muestran los resultados obtenidos del contenido de hierro de los dos queques seleccionados por su alto contenido de proteína y una muestra patrón. Tabla 31: Resultado del análisis de hierro de los queques TRATAMIENTO mg/kg X ± DE mg/100g X ± DE QUEQUE_T1 a 34.14 ± 0.63 3.414 ± 0.63 QUEQUE_T6 b 29.04 ± 0.14 2.904 ± 0.14 QUEQUE_T0 c 24.50 ± 0.22 2.450 ± 0.22 Nota: a = 34 % de harina de quinua, 2 % de spirulina; b = 30 % de harina de quinua, 3 % de spirulina; c = 0 % de harina de quinua y spirulina. Fuente: BHIOS LAB (2021) En este estudio la relación de la harina de quinua INIA 420 – Negra Collana y la Spirulina respecto al porcentaje de hierro, tuvo un valor-P menor de 0.05 indicando que si existe diferencia significativa, así mismo la prueba Duncan clasifica en tres grupos a los tratamientos de queque: grupo "A" representada por el tratamiento óptimo T1 (34 % harina de quinua negra y 2 % spirulina) donde se evidencia que es el grupo que tienen mayor contenido de hierro con 3.41 mg/100 g, el grupo "B" representado por el T6 (30 % harina de quinua negra y 3 % spirulina) con un contenido de 2.90 mg/100 g de hierro y finalmente el grupo "C" representada por el tratamiento T0 (0% harina de quinua y spirulina) donde se observa menor contenido de hierro 2.45 mg/kg. En la Tabla 31, se muestra la comparación de los tratamientos, donde el queque control T0 obtuvo 2.450 mg/100 g de hierro y el tratamiento T6 obtuvo 2.904 mg/100 g de hierro este tratamiento incrementó en un 13.29 % de hierro respecto al tratamiento T0 y el tratamiento T1 obtuvo 3.414 mg/100 g de hierro incrementando en un 28.23 % respecto al tratamiento T0, siendo este el tratamiento con mejor contenido de hierro. Según Tarazona (2018) indica que la spirulina contiene 28.5 mg/100 g de hierro y Zea (2010) menciona que la harina de quinua negra contiene 3.7 mg/100 g de hierro, en los siguientes estudios se reportan que la spirulina es el que aporta mayor cantidad de hierro a mayor contenido de spirulina incrementa el porcentaje de hierro, así mismo estudios reportan 62 que la harina de quinua mezclada con otros tipos de granos y cereales aportan mayor porcentaje de hierro. Se evidencia el incremento del contenido de hierro, la cual coincide con diferentes estudios como el de Shahbazadeh et. (2015) donde reporto en su investigación que la adición de spirulina incrementó el contenido de hierro en las galletas iraníes tradicionales que contenían como materia prima harina de trigo y spirulina, estas fueron elaboradas con diferentes tratamientos: 0.0 % de spirulina apporto 2.46 mg/100 g de hierro y 1.5 % de spirulina apporto 4.00 mg/100g de hierro, acercándose a los resultados obtenidos en este estudio, así mismos da Silva et al. (2021) evidencio el incremento del contenido de hierro en la elaboración de galletas enriquecida con microencapsulación de S. máxima, donde la biomasa de spirulina presento altos contenidos de hierro 4.88 mg/100 g demostrando de esta forma la calidad nutricional de la spirulina. Varias investigaciones demuestran el incremento de hierro al adicionar spirulina a matrices alimentarias, investigaciones como el de Gutiérrez y Tello (2018) quienes elaboraron galletas con harina multicereal (kiwicha, cañihua y otros) con diferentes concentraciones de spirulina, como resultado el incremento de hierro, 4,505 mg/100 g (1% de spirulina) y 5.707 mg/100 g (5% de spirulina), por otro lado Tafur y Obregón (2019) desarrollaron gomitas funcionales de cushuro enriquecida con aceite de sachu inchi y spirulina logrando incrementar de 2.74 mg/100 g a 9.12 mg/100 g de hierro, así mismo Buriti (2017) desarrollo una barra alimenticia donde se evidenció el incremento de hierro, 1.03 mg/100 g de hierro (3 % de spirulina), por su parte Rodrigues (2015) elaboro bizcochos con distintos porcentajes de harina de trigo y spirulina incrementando el porcentaje de hierro, 3.0 mg/100g (5 % de spirulina) incremento a 6 mg/100 g (15% de spirulina), mientras que B. Silva (2017) elaboro galletas con diferentes concentraciones de harina de trigo y spirulina, 0.55 mg/100 g (0 % de spirulina) y 1.12 mg/100 g (5 % de spirulina). Por otra parte Mendoza-Pérez y Palacios-Morales (2018) elaboró y valoro el hierro en el pan enriquecido con harina de quinua y soja; donde se realizó dos formulaciones, los resultados de hierro para la primera formulación fue de 6.2 mg/100 g (70 % harina de trigo, 10 % harina de quinua, 20 % harina de soja) y la segunda formulación 6.0 mg/100 g de hierro (70 % de harina de trigo, 15 % harina de quinua, 15 % de soja) El estudio realizado evidencia, que la harina de quinua negra y spirulina aporta un gran porcentaje de hierro, en comparación con los estudios realizados por (Buriti, 2017; Rodrigues, 2015; B. Silva, 2017) donde se utilizó solo harina de trigo y spirulina, de esta forma se reportó valores inferiores de porcentaje de hierro en comparación al estudio realizado, en cuanto a la investigación de Mendoza-Pérez y Palacios-Morales (2018) reportaron mayor porcentaje de hierro, esto se debe a que se utilizaron otras materias primas (multicereal y leguminosas). Así mismo se evidencia en la Figura 31 el incremento de contenido de hierro, el tratamiento T1 con 3.414 mg/100 g de hierro (a) la cual fue elaborado con 34 % de harina de quinua negra y 2% de spirulina; el tratamiento T6 con 2.904 mg/100 g de hierro (b) se elaborado con 30 % de harina de quinua negra y 3% de spirulina, y el tratamiento T0 con 2.450 mg/100g (c) con 0% de harina de quinua y spirulina, Figura 31. Gráfico de comparación de contenido de hierro Existen reportes de diferentes investigaciones realizadas en panificación, donde se demostró la factibilidad de adicionar harina de quinua como sustituto de harina de trigo: 10 % de harina de quinua (Elías et al., 2021); 15 % de harina de quinua (Mendoza-Pérez & Palacios-Morales, 2018); 30 % de harina de quinua (Aviles, 2019); hasta 75 % de harina de quinua reportada por (Navarro-Martínez & Pereira-Jalilie, 2000), así mismo con la adición de spirulina: 2.0 % (B. Lucas et al., 2020); 6 % (de Melo et al., 2017); 3 % (Figueira et al., 2011); 1 % (Navacchi et al., 2012); 3.0 % (de Morais et al., 2006) todos estos estudios evidencian que el incremento de harinas de quinua y spirulina incrementa el contenido nutricional de las matrices alimentarias elaboradas.

64 Los datos obtenidos en la investigación demuestran que el queque elaborado con la adición de harina de quinua 420 negra Collana y spirulina, incrementan el contenido de hierro a medida que el porcentaje de harina de quinua y spirulina aumentan, estos resultados son respaldados por diferentes investigaciones (Buriti, 2017; S. da Silva et al., 2021; Gutiérrez & Tello, 2018; Mendoza-Pérez & Palacios-Morales, 2018; Shahbazizadeh et al., 2015). Al realizar comparaciones con investigaciones donde se elaboraron matrices alimentarias utilizando únicamente harina de trigo (integral) y spirulina, se puede evidenciar la gran diferencia en cuanto al aporte de hierro por la adición de la quinua INIA 420 – Negra Collana y spirulina. A mayor porcentaje de harina de quinua y spirulina incrementa el porcentaje de hierro lo que evidencia su gran aporte. En la Tabla 32 se observa las comparaciones de porcentaje de hierro en diferentes matrices alimentarias, con adición de spirulina, se puede evidenciar que en las investigaciones de (Buriti, 2017; Koli et al., 2021; Rodrigues 2015; Silva, 2017) el incremento de spirulina incrementa el porcentaje de hierro. Así mismo se evidencia que el contenido de hierro en la investigación es superior a las demás matrices alimentarias. Tabla 32: Comparación de contenido de hierro en matrices alimentarias elaboradas con adición de spirulina % de adición de spirulina Queque a partir de harina de quinua negra y spirulina a Buriti (2017) b Rodrigues, (2015) c B. Silva (2017) d (Koli et al., 2021) e 0 % 2.45 0.97 1.0 0.55 1.28 2%* 3.41 - - - 1.81 3 %* 2.90 1.03 - - - 5 %* - 1.45 3.0 1.12 2.55 15* - - 6 - 5.08 Nota: a= resultados obtenidos en la investigación, b = barra alimenticia (harina de trigo y spirulina), c = bizcochos harina y spirulina, d = galletas (harina y spirulina), e = pasta (harina de trigo y spirulina) En la Tabla 33 se observa las comparaciones de porcentaje de hierro en diferentes matrices alimentarias, con adición de harina de quinua, se puede evidenciar que en las

65 investigaciones de (Adrianzen et al., 2022; Mendoza-Pérez & Palacios-Morales, 2018) el incremento de harina de quinua incrementa el porcentaje de hierro, los altos porcentajes de hierro se debe a que en estas investigaciones trabajaron con la adición de otros insumos. Tabla 33: Comparación de contenido de hierro en matrices alimentarias elaboradas con harina de quinua % de adición de Harina de quinua Queque a partir de harina de quinua negra y spirulina a (Adrianzen et al., 2022) b Mendoza-Pérez y Palacios-Morales (2018) c 0 % 2.45 2 % 3.41 3 % 2.90 5 % - 5.0 10 % - 6.2 15 % - 6.0 Nota: a= resultados obtenidos en la investigación, b = barras de cereal a partir de quinua, c = pan enriquecido con harina de quinua 4.4. ACEPTABILIDAD DE LOS QUEQUES CON MAYOR CONTENIDO DE PROTEÍNA Y HIERRO. Prueba de la aceptabilidad, las escalas estuvieron dadas por: odie, no me gusta, indiferente, me gusta, me encanta, para la cual se asignó un valor numérico para cada categoría. En la Tabla 34 se muestra la prueba de Friedman donde se obtuvo un Chi-cuadrado de 50.17, se comparó el resultado de la Tabla 34 (4 tratamientos – 1 = 3 grados de libertad) y para 3 grados de libertad el valor crítico es de 7.81 (Anexo 2) como el Chi-cuadrado es mayor al valor crítico decimos que la aceptabilidad de los cuatro tratamientos es diferente. Tabla 34: Prueba de Friedman: Aceptabilidad vs Tratamiento, Jueces Tratamiento N Mediana Suma de clasificaciones T0 100 4.4375 320.0 T1 100 3.6875 260.0 T6 100 3.5625 219.0

66 >>continucion<< TM 100 3.5625 201.0 General 400 3.8125 Método GL Chi-cuadrada Valor p No ajustado para empates 3 50.17 0.000 Ajustado para empates 3 65.93 0.000 Puesto que el valor p para la aceptabilidad es menor que el nivel de significancia de 0.05, se rechaza la hipótesis nula y concluye que al menos uno de los cuatro tratamientos tiene un efecto diferente. Además, la media de las respuestas para T1 (3.6875), T6 (3.5625) y TM (3.5625) están cerca de la media general (3.8125), pero la media de la respuesta para el T0 (4.4375) es sustancialmente mayor. Estos resultados indican que el T0 (0 % de adición de harina de quinua y spirulina) tiene mejor aceptabilidad respecto a los demás tratamientos, seguido del T1 (34.1 % harina de quinua y 2.0 % de spirulina). En la Figura 32, se observa las diferencias, donde el T0 evidencia una mejor aceptabilidad respecto al demás tratamiento. Figura 32: Grafico de intervalos de la aceptabilidad de los tratamientos En la Figura 33 se observa que los niños marcaron en mayor porcentaje la escala hedónica "odie", en cuanto a la escala hedónica de "no me gusto" las niñas con mayor porcentaje seguido de los niños, por otro lado los niños y niñas con corta diferencia marcaron por la escala hedónica "indiferente", así mismo las niñas tuvieron mayor porcentaje en cuanto a la calificación de "me gusto" seguido de los niños, mientras que en la calificación

67 de la escala hedónica "me encanto" los niños tuvieron mayor porcentaje de puntuación seguido de las niñas. Figura 33. Comparación de calificación entre niños vs niñas Diversas investigaciones con la adición de spirulina a las matrices alimentarias evaluaron el sabor y la aceptación de estos productos, realizando el análisis sensorial. En la mayoría de los estudios, investigadores indican que las matrices con menor porcentaje de spirulina tienen una alta aceptación y que las concentraciones más altas de spirulina resultaron en una aceptación generalmente reducida. Esto podría verse afectado porque generalmente los productos de panificación no tienden a ser verde, esto afectando de manera significativa a la percepción de los niños. Según Lucas et al. (2018), el color es uno de los parámetros principales a evaluar en las formulaciones de matrices alimentarias, la spirulina debido a su pigmentación verde puede afectar la aceptación del consumidor, los consumidores al principio encontraron poco atractivo por sus características color verde al queque, así mismo indica que los queques con menor cantidad de spirulina obtuvieron puntuaciones de 7 (me gusta moderadamente) y 8 (me gusta mucho) por otro lado Kumar et al. (2022) evaluó en 57 panelistas donde la pasta enriquecida con 20 % de spirulina tenía una aceptabilidad menor respecto a los 5 por ciento de adición de spirulina. Şahin (2020) la evaluación de cookies tubo una buena puntuación sensorial, la más aceptada fue la galleta enriquecida con menor porcentaje de spirulina 1 % mientras que las galletas con mayor porcentaje 5 % tuvo menor aceptabilidad. Lucas et al. (2020) elaboro barras enriquecidas con spirulina para la nutrición de los escolares donde la adición de 0% y 2 % de spirulina no tuvieron diferencia significativa, por lo que se pudo demostrar que los 0 20 40 60 80 100 120 140 ODIE NO ME GUSTO INDIFERENTE ME GUSTO ME ENCANTO NIÑOS NIÑAS

68 niños aceptaron visualmente la adición de concentraciones más altas de spirulina 6 %, por otro lado A. Kumar et al. (2018) desarrollo barritas altas en proteína en enriquecida con spirulina para niños desnutridos, se observó que las barras con mayor contenido de spirulina 5% tenía un mayor atractivo que aquellas con cantidades considerablemente menores. En la investigación los niños tuvieron mejor aceptación para el queque T0, ya que es un queque con 0 % de adición de harina de quinua negra y spirulina, se puede decir un queque común, mientras que el queque T1 en segundo lugar de aceptación, el color verde otorgado por la spirulina y el color oscuro otorgado por la quinua negra pudieron interferir en la aceptación. Lemes et al. (2012) indica que la incorporación de la biomasa de spirulina junto a la harina de trigo, pudo observar la coloración inicial y olores más fuertes en comparación con las de las pastas frescas preparadas con harina de trigo, las pastas con menor porcentaje de spirulina presentaron mayor aceptabilidad, mientras que el de mayor porcentaje de spirulina tuvo menor aceptación debido al color y olor. Por otro lado según (Aviles, 2019) reporta en su investigación que el queque con mayor porcentaje de proteína tuvo mayor porcentaje de harina de quinua negra, pero al someterlo al análisis sensorial el atributo de apariencia fue el que menos calificación logró, por lo que se deduce que el alto contenido de harina negra ocasiona las características no favorables.

4.5. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL En la Tabla 35 y 36 se muestran los resultados fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos del producto final. Tabla 35: Composición fisicoquímica del producto final

Propiedades fisicoquímicas Composición Proteína % 8.72 Hierro mg/kg 3.414 Humedad % 18.00 Acidez % 0.42 Ceniza % 1.84 Peróxido me/kg 1.42 Grasa % 6.4 Fibra % 5.8

69 Carbohidratos % 68.7 Según MINSa (2010) de acuerdo a la RM N ° 1020-2010/MINSA, indica que los parámetros para el porcentaje de humedad son: humedad 40%, acidez (expresado en ácido láctico) 0.70 %, cenizas 3 %, el producto de final de esta investigación se encuentra dentro de los límites. Según las especificaciones técnicas del programa QaliWarma, (2019) el queque es un producto obtenido a partir de masa de harina de trigo fortificado y/o harinas de granos andinos.

Tabla 36: Análisis microbiológico del producto final RECUENTO DE MOHOS Moho (ufc/g) 10 En el análisis microbiológico no se encontró colonias formadoras de moho, por lo que se encuentra dentro de los límites según la RM N ° 1020-2010/MINSA. El queque puede ser consumido por la población en general, en especial la población infantil, el queque elaborado es un producto fuente de proteína y hierro, de fácil preparación e ingredientes fáciles de conseguir como la harina de quinua INIA 420 – Negra Colla y spirulina, según Araujo, (2016) el consumo es pequeñas cantidades puede minimizar los problemas de desnutrición.

70 CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 5.1. CONCLUSIONES • Los mejores tratamientos fluctúan entre 8.57 y 8.72 % de proteína, siendo el valor más alto en contenido de proteína la formulación T1 (8.72 %) con adición de 34.1 % de harina de quinua INIA 420 – Negra Collana y 2 % de spirulina, así mismo se evidenció que se ha superado en contenido proteico al queque común (testigo), por otro considerando la maximización de variables, el valor optimizado encontrado es de 8.77 % de proteína la cual se podría llegar a ese valor con la adición de 34.1% de harina de quinua negra Collana y 3.4 % spirulina, de esta manera se pudo evidenciar que el incremento del porcentaje de harina de quinua negra y spirulina incrementa el valor proteico del queque, siendo esta formulada de acuerdo al porcentaje verdadero en panadería. • El mejor tratamiento en porcentaje de proteína T1 (8.72% proteína) obtuvo 3.414 mg/100 g de hierro, a mayor porcentaje de proteína, incrementa el contenido de hierro esto debido a la adición de diferentes cantidades de harina de quinua negra y spirulina. • En la prueba de la aceptabilidad el tratamiento T0 (0% adición de harina de quinua negra y spirulina) tuvo mejor aceptabilidad por los niños y niñas, seguido del tratamiento T1 (34.1 % harina de quinua negra y 2.0 % spirulina) una de las razones podría ser porque los productos horneados no son naturalmente verdes, y el color verde otorgado por la spirulina y el color oscuro que otorga la quinua negra, afecta negativamente la percepción de los niños.

RECOMENDACIONES • Utilizar la tecnología de microencapsulación para la spirulina, para obtener mejores resultados en las pruebas sensoriales. • Estudiar la influencia del tiempo y temperatura de horneado respecto al porcentaje de hierro y proteína.

71 • Estudiar el efecto del consumo de la matriz alimentaria elaborada sobre indicadores de nutrición.

72 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA Abugoch, L. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional, and functional properties. In *Advances in Food and Nutrition Research* (1st ed., Vol. 58, Issue 09, pp. 1–31). Elsevier Inc.

[https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1) Adrianzen, O., Julca, A., Quiñones, L., & Yalta, J. (2022). Barras de cereales a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y hierro hemínico. *Revista Pakamuros*, 10(1), 1–13.

<https://doi.org/https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v10i1.272> Aguilar, R., & Marcillo, J. (2018). Desarrollo de

79%

MATCHING BLOCK 25/38

SA

Aguilar Marcillo Desarrollo de una formulación ... (D40888320)

una formulacion para la elaboración de una galleta libre de gluten con un valor proteínico riquedica con spirulina platensis [

Universidad de Guayaquil]. <http://www.fao.org/3/I8739EN/i8739en.pdf> <http://dx.doi.org/10.1016/j.adolescenc>

<http://dx.doi.org/10.1016/j.childyouth.2011.10.007> <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23288604.2016.1224023> <http://pdx.sagepub.com/lookup/doi/10.1080/23288604.2016.1224023>

Al-Azhar, G. (2016). Impact of spirulina on nutritional status, haematological profile and anaemia status in Malnourished Children in the Gaza Strip: Randomized Clinical Trial. *Maternal and Pediatric Nutrition*, 2(2). <https://doi.org/10.4172/2472-1182.1000110> Almeida, L. M. R., Cruz, L. F. da S., Machado, B. A. S., Nunes, I. L., Costa, J. A. V., Ferreira, E. de S., Lemos, P. V. F., Druzian, J. I., & Souza, C. O. de. (2021). Effect of the addition of Spirulina sp. biomass on the development and characterization of functional food. *Algal Research*, 58(February), 102387. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102387>

Ambrosi, M., Reinehr, C., Bertolin, T., Costa, J., & Colla, L. (2008). Propriedades de saúde de Spirulina spp. *Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences*, 29(2), 109–117. Amini, K., Sharifan, A., Ghiassi Tarzi, B., & Azizinezhad, R. (2022). Preparation of a Low- Calorie, Gluten-Free All-in-One Cake Mix, Containing Bacillus Coagulans Using Quinoa and Inulin Functionality. *Journal of Food Quality*, 2022.

73 <https://doi.org/10.1155/2022/8550086> AOAC. (1990). *AOAC: Official Methods of Analysis (Volume 2)* (K. Helrich (ed.); 15 ed).

100%

MATCHING BLOCK 24/38

SA 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Qu ... (D108895416)

Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, R. (2013). Catálogo de Variedades Comerciales de Quinua en Perú (Primera ed).

Araujo, I., Damasceno, M., Duarte De Lima, P. K., Castiglioni, G. L., Monteiro, S., Batista, H., Régia, A., & De Souza, M. (2017). Barra de Cereal Enriquecida com Biomassa de Spirulina platensis Enriched Cereal Bar With Spirulina platensis Biomass. *Revista Agrarian*, 10, 278–287. Araújo, J. (2016). Elaboração de um produto de panificação, do tipo pão, enriquecido pela adição de Spirulina platensis. Universidade Federal de Campina Grande. Arhuire, J., & Betancur, Y. (2016).

75%

MATCHING BLOCK 26/38

W

Aceptabilidad y calidad nutricional de la mezcla de harina de maíz morado (*Zea mays* L.) enriquecida con harina de spirulina (*Arthrospira platensis*) para la elaboración del api, Arequipa 2016 [Universidad Nacional de San Agustín].
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1852>

Arisaca, A. (2016). Capacidad antioxidante de tres procesos agroindustriales de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) ecotipo ayara y variedad INIA 420 negra collana y disponibilidad de litio [Universidad Nacional del Altiplano]. In Universidad Nacional del Altiplano.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6592>

65%

MATCHING BLOCK 28/38

SA Nataly Llumiquinga - tesis-final.docx (D127290022)

Arroyave, L., & Esguerra, C. (2006). Utilización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* wild) en el proceso de panificación. [Universidad de La Salle]. <http://repository.lasalle.edu.co/>

bitstream/handle/10185/15521/T43.06_A69u.pdf;jsessionid=97B49A83DFD2DE1F73163711E321BE5B?sequence=1 Arun, V. V., Saharan, N., Ramasubramanian, V., Rani, A. M. B., Salin, K. R., Sontakke, R., Haridas, H., & Pazhayamadom, D. G. (2017). Multi-response optimization of Artemia hatching process using split-split-plot design based response surface methodology. *Scientific Reports*, 7(December 2016), 1–12. <https://doi.org/10.1038/srep40394> Arzapolo, D., Huamán, K., Quispe, M., & Espinoza, C. (2015). Extracción y caracterización del almidón de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* willd) Negra Collana , Pasankalla Roja y Blanca Junín extraction and characterized starch three varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd) Black Collana , Re. *Rev Soc Quim Perú*, 81(1), 74 44–54. Aviles, J. (2019). Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con harina de quinua negra (*Chenopodium petiolare* kunth) germinada [Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11664/Aviles_Deza_Jose_Rosendo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

94%

MATCHING BLOCK 27/38

W

Batista, A., Niccolai, A., Fradinho, P., Fragoso, S., Bursic, I., Rodolfi, L., Biondi, N., Tredici, M. R., Sousa, I., & Raymundo, A. (2017). Microalgae biomass as an alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility. *Algal Research*, 26(March), 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2017.07.017> Batista, A., Nunes, M., Fradinho, P., Gouveia, L., Sousa, I., Raymundo, A., & Franco, J. M. (2012). Novel foods with microalgal ingredients - Effect of gel setting conditions on the linear viscoelasticity of Spirulina and Haematococcus gels.

Journal of Food Engineering, 110(2), 182–189.

76%

MATCHING BLOCK 31/38

W

<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.05.044> Bayat, M., Vazifedoost, M., Ali, M., & Didar, Z. (2022). Fabrication of dragee containing Spirulina platensis microalgae to enrich corn snack and evaluate its sensorial, physicochemical and nutritional properties. *Foods*, 11, 1–20. <https://doi.org/>

<https://doi.org/10.3390/foods11131909> Belay, A. (2007). Spirulina (*Arthrospira*): Production and Quality Assurance. In *Spirulina in Human Nutrition and Health* (Primera ed, p. 26). Bermúdez, D. (2017).

87%

MATCHING BLOCK 29/38

SA Documento de trabajo de titulación Srta. Luna ... (D111192804)

Evaluación tecnológica de la harina de quinua (*Quenopodium quinoa*) variedad piartal como espesante alimentario obtenida bajo diferentes condiciones de proceso. Universidad de La Salle

Ciencia Unisalle. Bhinder, S., Kumari, S., Singh, B., Kaur, A., & Singh, N. (2021). Impact of germination on phenolic composition, antioxidant properties, antinutritional factors, mineral content and Maillard reaction products of malted quinoa flour. *Food Chemistry*, 346, 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128915>

Buriti, M. (2017). *Elaboração e análises físico-químicas, microbiológicas e sensorial de barras alimentícias adicionadas de Spirulina platensis*. Universidade Federal de Campina Grande.

75 Calderón, S., & Ortega, J. (2009). Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo (1 edición). Mideplan. www.mideplan.go.cr

Calligaris, S., Pieve, S. D., Kravina, G., Manzocco, L., & Nicoli, C. M. (2008). Shelf life prediction of bread sticks using oxidation indices: A validation study. *Journal of Food Science*, 73(2), 51–56. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00624.x>

Campanella, L., Russo, M. V., & Avino, P. (2002). Free and total amino acid composition in blue-green algae. *Annali Di Chimica*, 92(4), 343–352. <https://www.researchgate.net/publication/11300800> Free

98%

MATCHING BLOCK 30/38

SA 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Qu ... (D108895416)

Capurro, J., & Huerta, D. (2016). Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Maíz (*Zea mays*) [Univerdidad Nacional del Santa]. [http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2629/42894 .pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2629/42894.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Castiblanco, E. (2020). Capítulo 3: Recetas amigos del pan. In *Recopilación de técnicas en panadería* (1 ed, pp. 128–129). Catacora, G. (2018). Formulación de pan común elaborado a base de harina de trigo (*Triticum vulgare*) y harina de quinua negra (*Chenopodium petiolare kunth*) y evaluación de la calidad del producto. Universidad Nacional de San Agustín. Chatain, C., Pernollet, M., Pralong, P., & Leccia, M. (2019). Anaphylaxie alimentaire au Quinoa. *Revue Française d'Allergologie*, 59(3), 243–244. <https://doi.org/10.1016/j.reval.2019.02.021>

Chavez, Y. (2017). Evaluación de galletas enriquecidas con harina (*Bertholletia excelsa*) mediante nuevos métodos sensoriales: CATA, mapeo de preferencia y JAR. [Universidad Peruana Unión]. https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/903/Ana_Chavez_Tesis_Bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chen, A., & Resurreccion, A. (1995). Age appropriate hedonic scales to measure food preferences of young children. *Food Science Department*, 11(1996), 141–163.

Choque, N., & Neira, M. (2017). Efecto de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en la formulación de pan sin gluten con transglutaminasa e hidroxipropilmetilcelulosa. 76 Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Colla, L., Oliveira, C., & Costa, J. (2007). Production of biomass and nutraceutical compounds by *Spirulina platensis* under different temperature and nitrogen regimes. *Bioresource Technology*, 98(7), 1489–1493. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.09.030>

Contreras, A., Herbert, D., Grubbs, B., & Cameron, I. (1981). Blue-green alga, *Spirulina*, as the sole dietary source of protein in sexually. *AGRIS*, 19(6), 1–2.

Costa, P., Toledo, T., Brião, V., Bertolin, T., & Vieira, J. (2021). Development of extruded snacks enriched by bioactive peptides from microalga *Spirulina* sp. LEB 18. *Food Bioscience*, 42(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101031>

Czekus, B., Pečinar, I., Petrović, I., Paunović, N., Savić, S., Jovanović, Z., & Stikić, R. (2019). Raman and Fourier transform infrared spectroscopy application to the Puno and Titicaca cvs. of quinoa seed microstructure and perisperm characterization. *Journal of Cereal Science*, 87, 25–30. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.02.011>

da Silva, S., da Valle, A., & Perrone, D. (2021). Microencapsulated *Spirulina maxima* biomass as an ingredient for the production of nutritionally enriched and sensorially well-accepted vegan biscuits. *Lwt*, 2(142), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110997>

Dantas, R. (2015). *Formulação e caracterização de massa alimentícia tipo espaguete enriquecida com Spirulina platensis: uma alternativa para o combate a desnutrição infantil*. Universidade Federal de Campina Grande. de Melo, I., Duarte, P., Castiglioni, G., Monteiro, S., Batista, H., & Marques, R. (2017). Barra de Cereal Enriquecida com Biomassa de *Spirulina platensis*. *Revista Agrarian*, 10(37), 278–287.

de Moraes, M., de Miranda, M., & Costa, J. (2006). Biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina Platensis*: Características físico-químicas, sensoriais e digestibilidade. *Alim. Nutr.*, Araraquara, 17, 323–328. <https://doi.org/ISSN 0103-4235>

de Oliveira, L. G., de Paiva, A. P., Balestrassi, P. P., Ferreira, J. R., da Costa, S. C., & da Silva Campos, P. H. (2019). Response surface methodology for advanced manufacturing technology optimization: theoretical fundamentals, practical guidelines, 77 and survey literature review. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 104(5–8), 1785–1837. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03809-9>

Desing-Expert. (2020). *Data Tutorial: Response Surface (pt 3) Tips and Tricks for Making Response Graphs Most Presentable*. Diaz, M. (2017). Optimización del proceso de elaboración de pan sustituyendo harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa*). Universidad Nacional de Trujillo.

Donato, N. R., Queiroz, A. J. D. M., Feitosa de Figueirêdo, R. M., Feitosa, R. M., Moreira, I. D. S., & Lima, J. F. de. (2019). Production of Cookies Enriched With *Spirulina platensis* Biomass. *Journal of Agricultural Studies*, 7(2), 323–342. <https://doi.org/10.5296/jas.v7i4.15483>

Dörendahl, J., Niepel, C., & Greiff, S. (2020). Actually Getting Some Satisfaction on the Job: Need–Supply Fit of Fundamental Motives at Work. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01740>

Elías, J., García, C., Pérez, R., & Yauris, C. (2021). Caracterización Físicoquímica de Pan con Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) y Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) Germinadas. Instituto de Innovación y Formación Científica, 2(2), 69–83. <https://doi.org/10.47192/rcs.v2i2.64>

Espinosa, J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. In *Editorial Universitaria*. FAO. (1997). *Producción y Manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición* (3 ed). *Latinfoods*. Fernández-López, J., Lucas-González, R., Roldán-Verdú, A., & Viuda-Martos, M. (2020).

- Effects of black quinoa Wet-Milling coproducts on the quality properties of Bologna- Type Sausages During cold storage. *Foods*, 9(274), 1–11. <https://doi.org/doi:10.3390/foods9030274> Fernández-López, J., Lucas-gonzález, R., Viuda-martos, M., Sayas-barberá, E., Ballester- sánchez, J., Haros, C. M., Martínez-mayoral, A., & Pérez-álvarez, J. A. (2020). Chemical and technological properties of bologna-type sausages with added black quinoa wet-milling coproducts as binder replacer. *Food Chemistry*, 310(81), 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125936>
- 78 Ferreira, R., Moura, W., Crescêncio, P., Araújo, É., & Ferreira, Y. (2022). Composição nutricional de cookies enriquecidos com *Spirulina platensis* Composición nutricional de galletas enriquecidas con *Spirulina platensis*. *Society and Development*, 2022, 1–10. Figueira, F., Crizel, T., Silva, C., & Salas-Mellado, M. (2011). Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. *Brazilian Journal of Food Technology*, 14(04), 308–316. <https://doi.org/10.4260/bjft2011140400037> Flores, Y. (2016). Evaluación del efecto de aislado proteico de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) variedad blanca juli, en las características sensoriales de galletas enriquecidas [Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/96%0Aoi:172.16.0.151:UNJBG/1839> Franco, B., & Landgraf, M. (2019). *Microbiología dos alimentos* (1 ed). Atheneu.
- Garay, J. (2018). Formulación y evaluación fisicoquímica y sensorial de galletas antianémica enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa*) y sangre bovina. [Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3402>
- Gershwin, M., & Belay, A. (2008). *Spirulina in Human Nutrition and Health* (Primera ed). CRC Press. Gil, C. (2019). RPubS - Metodología de superficie de respuesta (RSM). RPubS. https://rpubs.com/Cristina_Gil/RSM Goicoechea, H. (2016). Metodología de la superficie de respuesta. In *Diseño experimental y optimización de sistemas con múltiples respuestas* (1 ed, pp. 45–48). FBCB. Gómez-Álvarez, P. (2004). El hierro en la alimentación Requerimientos. *Nutrifarmacia*, 18(2), 54–56. González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C., & Vila, S. (2014). Introducción al análisis sensorial: Estudio hedónico del pan en el IES Mugaros. *Sgapeio*, 5(1), 26. Gostin, A. (2019). Effects of substituting refined wheat flour with wholemeal and quinoa flour on the technological and sensory characteristics of salt-reduced breads. *Lwt-Food Science and Technology*, 114, 108412. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108412>
- 79
- Gutiérrez-Salmeán, G., Fabila-Castillo, L., & Chamorro-Cevallos, G. (2015). Aspectos nutricionales y toxicológicos de spirulina (*arthrospira*). *Nutricion Hospitalaria*, 32(1), 34–40. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.1.9001>
- Gutierrez, C. (2022). Elaboración de pan de molde con sustitución parcial de harina de quinua y tar. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Gutiérrez, K., & Tello, L. (2018). Evaluación de la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de una galleta a base de harina de trigo y kiwicha [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624916>
- Hassani, M. (2019). Enrichment and Functional Effects on Baking Bread. *Babol Univ Med Sci J*, 20(1), 12–20. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsdoj&AN=edsdoj.744ef19eedd4768a61d8958c9509ed9&lang=pt-pt&site=eds-live&scope=site&custid=ns000558&groupid=main&profile=eds&authtype=ip.guest> Henrikson, R. (2009). *Earth Food Spirulina* (Sexta edic). Honores, A., Izquierdo, E., & Rodríguez, E. (2019). Taxonomía e importancia de " spirulina " *Arthrospira jenneri* (*Cyanophyceae* : *Oscillatoriaceae*) Taxonomy and importance of " spirulina " *Arthrospira jenneri* (*Cyanophyceae* : *Oscillatoriaceae*). 26(3), 1091– 1104. <https://doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldao.263.26316> ISSN: Huayna, C. (2016). Optimización de formulación de premezcla para la elaboración de Queque con sustitución parcial de harina de Tarwi (*Lupinus Mutabilis*) y Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) y evaluación de su vida útil [Universidad Nacional del Altiplano.]. [http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3266%0Ahttp://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3266/Huayna_Char a_Carlos_David.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3266/Huayna_Char a_Carlos_David.pdf?sequ](http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3266%0Ahttp://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3266/Huayna_Chara_Carlos_David.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3266/Huayna_Char a_Carlos_David.pdf?sequ)
- Hussein, A., Ibrahim, G., Kamil, M., El-Shamarka, M., Mostafa, S., & Mohamed, D. (2021). Spirulina-enriched pasta as functional food rich in protein and antioxidant. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(6), 14736–14750. <https://doi.org/10.33263/BRIAC116.1473614750>
- 80 INACAL. (2005). Norma Técnica Peruana NTP 206.013 bizcochos, galletas, pasta y fideos, determinación de la acidez. *Noramas Técnicas Peruana*. INACAL. (2016). Norma Técnica Peruana NTP 206.016 Determinación de peróxidos en galletas. INIA. (2013). Quinoa INIA 420 - Negra Collana (p. 1). INIA. Irmak, O. (2019). Effect of Spirulina Biomass Fortification for Biscuits and Chocolates. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(4), 583–587. <https://doi.org/https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i4.583-587.2204> Jourdan, P. (2016). *Espirulina por la soberanía alimentaria* (Primera ed). Kang, S. H., Lee, J. Y., Kim, H. J. H. R., Kim, H. J. H. R., You, B. R., Kim, M. R. M. J., Yang, K. H., Shim, E. K., & Kim, M. R. M. J. (2021). Quality Characteristics of pan bread with spirulina powder. *East Asian Soc Dietary Life*, 21(1). Katz, F. (2021). *Ingredients: Trends in Optimizing your Formulations and Recipes*. Food Processing. <https://www.foodprocessing.com/articles/2013/formulation-trends/> Kay, R., & Barton, L. (1991). Microalgae as Food and Supplement. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 30(6), 555–573. <https://doi.org/10.1080/10408399109527556>

Khan, K. A., & Ghramh, H. A. (2022). Nutritional efficacy of different diets supplemented with microalga *Arthrospira platensis* (spirulina) in honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of King Saud University - Science*, 34(2), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101819> Koli, D. K., Rudra, S. G., Pabbi, S., & Kalwani, M. (2021). An assessment of the nutritional , physicochemical and sensory attributes of pasta enriched with fresh *Spirulina wet* biomass. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(1), 1174–1179. Krüger, C. C. H., Comassetto, M. C. G., Cândido, L. M. B., Baldini, V. L. S., Santucci, M. C., & Sgarbieri, V. C. (2003). Biscoitos tipo “cookie” e “snack” enriquecidos, respectivamente com caseína obtida por coagulação enzimática e caseinato de sódio. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23(1), 81–86. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612003000100017> Kumar, A., Mohanty, V., & Yashaswini, P. (2018). Development of high protein nutrition 81 bar enriched with spirulina plantensis for undernourished children. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 6(3), 835–844. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.3.26> Kumar, D., Gour, S., Bhowmik, A., & Pabbi, S. (2022). Nutritional, Functional, Textural and Sensory Evaluation of Spirulina Enriched Green Pasta: A Potential Dietary and Health Supplement. *Foods*, 11(7), 1–18. <https://doi.org/10.3390/foods11070979> La República. (2020). Julio Garay presenta sus nuevas galletas vegetarianas contra la anemia | Sociedad | La República. La República. <https://larepublica.pe/sociedad/2020/11/10/julio-garay-presenta-sus-nuevas-galletas-vegetarianas-contra-la-anemia/> Lafarga, T., Ación-Fernández, F. G., Castellari, M., Villaró, S., Bobo, G., & Aguiló-Aguayo, I. (2019). Effect of microalgae incorporation on the physicochemical, nutritional, and sensorial properties of an innovative broccoli soup. *LWT*, 111, 167–174. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.037> Lawless, H., & Hemann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food* (Segunda ed). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5> Lemes, A., Pereira, K., Carlos, J., De Carvalho, M., Dalva, E., & Danesi, G. (2012). Fresh Pasta Production Enriched with *Spirulina platensis* Biomass. *Brazilian Archives of Biology and Technology an International Journal*, 5(5), 741–750. León-Lobos, P., Zurita-Silva, A., & Veas, E. (2019). Antecedentes Generales de la quinua. In *Potencial de la quinua* (pp. 5–24). Liria, M. (2007). Pruebas afectivas o hedónicas. In *Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos* (p. 18). www.iin.sld.pe Lucas, B. F., Morais, M. G. de, Santos, T. D., & Costa, J. A. V. (2018). Spirulina for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations. *LWT - Food Science and Technology*, 90, 270–276. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.032> Lucas, B., Rosa, A., Carvalho, L., de Morais, M., Santos, T., & Costa, J. (2020). Snack bars enriched with Spirulina for schoolchildren nutrition Bárbara. *Food Sci. Technol, Campinas*, 40, 147. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/fst.06719> Ludeña, A. (2011). Materias primas y productos auxiliares. In *Panadería Guia del Estudiante* (1 ed, pp. 52–58). CAPLAB. 82 http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/plan_choco/CIEN CIAS_7_BIM1_SEM2_EST.pdf Machado, V., Bierhals, V., Echevernguá, W., Santos, A., Costa, J., & Furlong, E. (2010). Estudo da conservação de multimisturas enriquecidas com a microalga *Spirulina platensis*. *BRAZILIAN JOURNAL OF FOOD TECHNOLOGY*, 13(01), 75–82. <https://doi.org/10.4260/bjft2010130100010> Maddaly, R., Sai, L., Syed, A., & Solomon, P. (2010). The beneficial effects of spirulina focusing on its immunomodulatory and antioxidant properties. *Nutrition and Dietary Supplements*, 2, 73–83. <https://doi.org/10.2147/NDS.S9838> Malaga, I. (2018). Elaboración y evaluación de un producto instantáneo a base de la mezcla de harina de cebada y espirulina en niños menores de diez años - Arequipa 2017. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Masten, J., Jagodic, M., Necemer, M., Necemer, M., Vogel, K., Arcon, I., & Ogrinc, N. (2022). Nutritional Quality and Safety of the Spirulina Dietary Supplements Sold on the Slovenian Market. *Foods* 2022, 11, 1–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods11060849> Maximo, C., & Gacula, J. (2004). *Design and Analysis of Sensory Optimization* (Primera ed). Mendoza-Pérez, D., & Palacios-Morales, F. (2018). Elaboración y valoración del hierro en el pan enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa w.*) y soja (*Glycine max*). *Revista Científica de Ciencias de La Salud*, 6(1), 59–67. <https://doi.org/10.17162/rccs.v6i1.1001> Mendoza, K. (2017). Muffins de chocolate con relleno de mermelada de kiwi enriquecida con Spirulina (*Arthrospira platensis*). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Mesbah, E., Matar, A., & Karam-Allah, A. (2022). Functional properties of yoghurt fortified with spirulina platensis and milk protein concentrate. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 13(1), 1–7. <https://doi.org/10.21608/jfds.2022.114135.1032> Minitab20. (2019). Gráficas de contorno y gráficas de superficie 3D. Soporte de MiniTab. <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-83-statistics/using-fitted-models/supporting-topics/graphs/contour-plots-and-3d-surface-plots/#what-are-3d-surface-and-3d-wireframe-plots> MINSA. (2010). Norma Sanitaria para la Fabricación , Elaboración y Expendio de Productos de Panificación , Galletería y Pastelería RM N ° 1020-2010 / MINSA.

- In Ministerio de Salud. Molloco, R., & Ventura, N. (2019). Elaboracion de una galleta con sustitucion parcial de harina de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) enriquecida con spirulina (*Arthrospira platensis*). Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.
- Montgomery, D. C. (2013). Design and Analysis of Experiments Eighth Edition. Arizona State University. In Wiley (8 ed, Vol. 2009, Issue 2005). y Courier Westford. The. Mostolizadeh, S., Moradi, Y., Mortazavi, M. S., Motallebi, A. A., & Ghaeni, M. (2020). Effects of incorporation *Spirulina platensis* (Gomont, 1892) powder in wheat flour on chemical, microbial and sensory properties of pasta. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 19(1), 410–420. <https://doi.org/10.22092/ijfs.2019.119107> Mu, J., Qi, Y., Gong, K., Chen, Z., Brennan, M. A., Ma, Q., Wang, J., Gen, Y., Lv, W., & Brennan, C. S. (2022). Influence of substituting wheat flour with quinoa flour on quality characteristics and in vitro starch and protein digestibility of fried-free instant noodles. Lwt-Food Science and Technology, 165(March), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113686>
- Mujica, A., & Jacobsen, S. (2006). La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y sus parientes silvestres. Botánica Económica de Los Andes Centrales, 449–457.
<http://www.beisa.dk/Publications/BEISA Book pdfer/Capitulo 27.pdf>
- Mujica, A., Marca, S., & Jacobsen, S. (2020). Producción actual y potencial de la quinua (*Chenopodium Quinoa Willd.*) en el Perú. 3–5.
- Munis, L., del Sacramento, B., da Silva, R., Vieira, J., & de Souza, L. (2013). Spirulina as a protein source in the nutritional recovery of wistar rats. Arch. Biol. Technol. V, 56(3), 447–456.
- Narvez, I. (2017). Aprovechamiento De Algas Marinas Para La Elaboracion De Un Yogurt Funcional Enriquecido Con Concentrado Proteico De Pota (*Dosidicus gigas*) [Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa].
84 <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5049/IPnaapij.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Navacchi, M., de Carvalho, J., Takeuchi, K., & Danesi, E. (2012). Desenvolvimento de bolo de mandioca enriquecido com *Spirulina platensis* e farelo de feccularias. Acta Scientiarum - Technology, 34(4), 465–472.
<https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v34i4.10687> Navarro-Martínez, J., & Pereira-Jalilie, S. (2000). Elaboración y caracterización de pan de molde a base de harina de chía (*salvia hispánica l.*) y quinua (*Chenopodium quinoa wild*). Gipama, 2(1), 44–53. NIH. (2015). Dietary Proteins: MedlinePlus. National Institutes of Health. <https://medlineplus.gov/dietaryproteins.html> NIH. (2022). IRON. National Institutes of Health. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron- DatosEnEspañol/> Nmorka, G., & Okezie, B. (1982). Nutritional quality of winged bean composite breads. Cereal Chemistry, 60(3), 198–202.
https://www.aaccnet.org/publications/cc/backissues/1983/Documents/chem60_198.pdf NutriH. (2020). Nutri H Vegetariano x 30. NutriH. <https://nutrih.pe/product/nutri-h-vegetariano-x-30/>
- Onacik-Gür, S., Zbikowska, A., & Majewska, B. (2018). Effect of Spirulina (*Spirulina platensis*) addition on textural and quality properties of cookies. Italian Journal of Food Science, 30(1), 1–12.
- Otegui, U., Sanz, M., & Gonzáles-Muniesa, P. (2010). Intervención dietético-nutricional en la prevención de la deficiencia de hierro Dietary-nutritional intervention in the prevention of iron deficiency. Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria, 30(3), 27–41.
- Pagnussatt, F. A., Spier, F., Bertolin, T. E., Costa, J. A. V., & Gutkoski, L. C. (2014). Technological and nutritional assessment of dry pasta with oatmeal and the microalga *Spirulina platensis*. Brazilian Journal of Food Technology, 17(4), 296–304. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.1414> Palomino, H. (2015). Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del 85 pan tipo molde enriquecido con harina de quinua (*chenopodium quinoa willd*) y chia (*salvia hispanica L.*) [Universidad Nacional José María Arguedas]. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAJ_afbfc090f1d804b19bbcb804aca5a4ab Palomino, M., & Salazar, A. (2017). Perfil de ácidos grasos de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de chía germinada (*Salvia hispánica L.*). Universidad Nacional del Centro del Perú. Paula da Silva, S., Ferreira do Valle, A., & Perrone, D. (2021). Microencapsulated *Spirulina maxima* biomass as an ingredient for the production of nutritionally enriched and sensorially well-accepted vegan biscuits. LWT - Food Science and Technology, 142(December 2020), 110997. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110997> Pellegrini, M., Lucas-Gonzalez, R., Sayas-Barberá, E., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2018). Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) paste as partial fat replacer in the development of reduced fat cooked meat product type pâté: Effect on quality and safety. CYTA - Journal of Food, 16(1), 1079–1088. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1525433> Peru21. (2022). Julio Garay presenta nuevo chocolate de Nutri H con espirulina que combate la anemia. Peru21. <https://peru21.pe/peru/conoce-el-nuevo-chocolate-de-nutri-h-que-combate-la-anemia-peru-nutri-h-espirulina-julio-garay-noticia/> Pisfil, C. (2017). Optimización del nivel de sustitución de la harina de trigo por harina de quinua (*chenopodium quinoa*), cañihua (*chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*amaranthus caudatus*) en la elaboración de pan panini precocido [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. http://www.unprg.edu.pe/univ/portal/documentos_s/7 ESTATUTO ACTUALIZADO 2019 DE LA UNPRG.pdf
- Ponce, E. (2013). Superalimento para un mundo en crisis: Spirulina a bajo costo. IDESIA, 31(1), 135–139. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292013000100016>
- Prado, A., Serrano, R., Figueroa, G., & Shirai, K. (2013). Determinación de mohos. In Manual de prácticas de laboratorio Microbiología de los Alimentos (2 ed, pp. 73–79). CBS. QaliWarma. (2019). Especificaciones técnicas de los alimentos - queques.
- 86 Quintana, L. P. (2018). Alimentación del preescolar y escolar. In Protocolos diagnósticos y terapéuticos en pediatría (Vol. 2, pp. 321–328). Quispe, F., Amao, H., Medina, C., & Karina, C. (2019). Metodologías analíticas en quinua (E. Alviárez (ed.); 1 ed). Vayu Advertising & Communications S.A.C.

Raczyk, M., Polanowska, K., Kruszewski, B., Grygier, A., & Michałowska, D. (2022). Effect of Spirulina (*Arthrospira platensis*) Supplementation on Physical and Chemical Properties of Semolina (*Triticum durum*) Based Fresh Pasta. *Molecules*, 27(2), 1–13. <https://doi.org/10.3390/molecules27020355>

Rafael, R., & Mendoza, C. (2017). Obtención de polihidroxicanoatos a partir del suero lácteo por cultivos microbianos mixtos. Ramos, A., Volke, T., Prado, L., Shirai, K., Ramirez, F., & Sañazar, M. (2012). Técnicas de tinción simple, diferencial y selectiva (2 ed). CBS. Reyes, M., Gomez-Sánchez, & Espinoza, C. (2017). Tablas de composición de alimentos de Perú. In Repositorio.Ins.Gob.Pe (10 ed, Issue 56). MINSA.

71%

MATCHING BLOCK 32/38

SA Anghela Briggritt Ancalla Cueva-PT-IIA.pdf (D125407276)

<https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Ribeiro, R., Borges, P., de Souza, V., Gilberto, M., da Silva, J., da Silva, L., dos Santos, L., & Pereira, L. (2011). Energy values and chemical composition of spirulina (*Spirulina platensis*) evaluated with broilers 1. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(5), 992–996. www.sbz.org.br

Rodrigues, Nilcemelly. (2015). Secagem de spirulina (*Spirulina platensis*) e utilização na produção de biscoitos. Universidade Federal de Campina Grande. Rodríguez,

E., Steffolani, M. E., Martínez, C. S., & León, A. E. (2014).

Effects of spirulina biomass on the technological and nutritional quality of bread wheat pasta.

LWT -

Food

Science and Technology, 58(1), 102–108.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.02.054>

Rolis, R. (2022).

Desarrollo de un pan croissant a base de harina de quinua y amaranto utilizando un mejorador comercial. Universidad Agraria del Ecuador. Romo, S., Rosero, A., Clara, F., & Ceron, E. (2006).

Nutritional potencial of quinoa flour (*Chenopodium quinoa*) partial variety in colombian andes. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, Vol 4, 113–125.

87

RStudios. (2021). RStudio. In *Data Analysis with RStudio (Version 4.1; pp. 1–12)*.

Şahin, O. I. (2020).

Functional and sensorial properties of cookies enriched with SPIRULINA and DUNALIELLA biomass. *Journal of Food Science and Technology*, 57(10), 3639–3646.

<https://doi.org/10.1007/s13197-020-04396-4>

Santos, T., Freitas, B., Moreira, J., Zanfonato, K., & Costa, J. (2016). Development of powdered food with the addition of Spirulina for food supplementation of the elderly population.

Innovative Food

Science and Emerging Technologies, 37, 216–220. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.07.016>

Sayas-Barberá, E., Navarro, C., Fern, J., Haros, C. M., P,

Á., & Viuda-martos, M. (2021). Effect of different black quinoa fractions (seed, flour and wet-milling coproducts) upon quality of meat patties during freezing storage. *Foods*, 10(1), 2–17. <https://doi.org/>

<https://doi.org/10.3390/foods10123080> Sebess, P. A. (2014). Cálculos para la elaboración de pan. In *Técnicas De Panadería Profesional* (1 ed, pp. 53–56). Mausi Sabess colección.

100%

MATCHING BLOCK 35/38

W

Shahbazadeh, S., Khosravi-Darani, K., & Sohrabvandi, S. (2015). Fortification of Iranian Traditional Cookies with *Spirulina platensis*. *Annual Research & Review in Biology*, 7(3), 144–154. <https://doi.org/10.9734/arrb/2015/13492>

Silva, B. (2017). Bolacha adicionada com *Spirulina platensis*: avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. Universidade Federal de Campina Grande. Souzankar, R., Chaichi-Nosrati, A., & Movahhed, S. (2019). Enrichment of Coated Wafers by Addition of Micro Algae *Arthrospira (Spirulina) Platensis* Powder. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13(2), 51–60. Statgraphics. (2022). Statgraphics Centurion 19 (16.1.03). <https://www.statgraphics.com/>

100%

MATCHING BLOCK 33/38

SA Nataly Llumiquinga - tesis-final.docx (D127290022)

Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic- Opsenica, D.,

Jacobsen, S. E., & Milovanovic, M. (2012).

100%

MATCHING BLOCK 34/38

SA Nataly Llumiquinga - tesis-final.docx (D127290022)

Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations.

88 Talar, by Fernando Gregón, E. (2019). Gomitas funcionales de cushuro (*Nostoc commune*) enriquecida con aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) y spirulina (*Arthrospira platensis*), con sabor a frutas. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Tarazona, P. (2018). La Espirulina una Oportunidad Como Alimento Funcional.

<http://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/8816> Teixeira, A., & Shoemaker, C. (1989). Process Optimization. In Computerized food processing operations (1 ed, pp. 169–172). An AVI Book. Thimoteo, D., Assuncao, R., Ribeiro, R., Oliveira, L. de L., & Stedefeldt, E. (2013). Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: validación de la tarjeta lúdica

Methods for applying the tests of acceptability for school feeding: the validation of playful cards. *Rev Chil Nutr*, 40(4), 357–363.

97%

MATCHING BLOCK 36/38

SA

AvilaZavaletaAdyBregette.docx (D119252972)

Tiga, B., Kumcuoglu, S., Vatansever, M., & Tavman, S. (2021). Thermal and pasting properties of Quinoa–Wheat flour blends and their effects on production of extruded instant noodles. *Journal of Cereal Science*, 97, 103120. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103120>

Tirado, D. F., Montero, P. M., & Acevedo, D. (2015). Estudio comparativo de métodos empleados para la determinación de humedad de varias matrices alimentarias. *Informacion Tecnologica*, 26(2), 3–10. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000200002>

Torricella, R., Zamoraa, E., & Pulido, H. (2007). Pruebas sensoriales. In *Evaluacion Sensorial Aplicada a la investigacion, desarrollo y control de la calidad en la Industria Alimentaria* (1 ed, pp. 57–58). Editorial Universitaria.

100%

MATCHING BLOCK 37/38

W

Uribe-Wandurraga, Z. N., Igual, M., García-Segovia, P., & Martínez-Monzó, J. (2019). Effect of microalgae addition on mineral content, colour and mechanical properties of breadsticks. *Food*

and Function, 10(8), 4685–4692. <https://doi.org/10.1039/c9fo00286c> Uribe, Z., Martínez, J., & García, P. (2020). Microalgae as novel ingredients for the formulation of Food Products (1 ed). CUIA. Valdivia, T. (2019). Efecto del consumo de galletas con base a Cultivos Andinos sobre indicadores Bioquímicos y Crecimiento en ratas Wistar recién destetados Puno 2018

89 [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/14697>

100%

MATCHING BLOCK 38/38

SA

PAOLA GERALDINE DÍAZ RUIZ Y NICOLLE ZULUETA CA ... (D142242374)

Vargas, P., Arteaga, R., & Cruz, L. (2019). Análisis Bibliográfico Sobre El Potencial Nutricional De La

Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) Como Alimento Funcional. *Revista Centro Azúcar*, 46, 89–100.

<http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v46n4/2223-4861-caz-46-04-89.pdf>

Vásquez, F., Verdú, S., Islas, A., Barat, J., & Grau, R. (2016). Efecto de la sustitucion de harina de trigo con harina de quinoa (*chenopodium quinoa*) sobre las propiedades reologicas de la masa y texturales del pan. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 17(2), 307–317.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81349041018> Veena, U. K., Shobha, D., Joshi, N., Darshan, M. B., & Benherla, P. S. (2022).

Spirulina enriched gluten free quality protein maize (QPM) pasta as functional food. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 34(4), 279–288. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2022.v34.i4.2853> Villalobos-Gutiérrez, M., & Hernández-Pérez, W. (2019). Spirulina para prevenir

deficiencia de hierro: estudio de aceptabilidad en prescolares y escolares, San José, 2017. *Rev Hisp Cienc Salud.*, 5(1), 17–24. Vonshak, A. (2002). *Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology, cell-biology and biotechnology* (3 ed). Xu, X., Luo, Z., Yang, Q., Xiao, Z., & Lu, X.

(2019). Effect of quinoa flour on baking performance, antioxidant properties and digestibility of wheat bread. *Food Chemistry*, 294, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.037> Zanganeh, N., Barzegar, H., Alizadeh, N., & Mehrinia, M. (2020). Investigation of the

effect of different *Spirulina platensis* levels on nutritional, physicochemical and sensory properties of sponge cake. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 16(2), 207–220. <https://doi.org/10.22067/ifstrj.v16i2.81859>

Zea, C. (2010). Determinación biológica de la calidad proteica en harina de Quinoa extruida de la variedad negra collana. In Universidad Nacional del

Altiplano. Universidad Nacional del Altiplano-Puno. Zlateva, D., Petrona, M., & Stefanova, D. (2019). Influence of *Spirulina Platensis* on the

90 content of iron and zinc in wheat bread. *Food Science and Applied Biotechnology*, 2(2), 24–29.

<https://doi.org/https://doi.org/10.30721/fsab2019.v2.i2.55>

91 ANEXOS Anexo 1. Análisis estadístico para el segundo objetivo – según Rstudio < modelo=lm(HIERRO~f_tratamiento) < summary(modelo) Call: lm(formula = HIERRO ~ f_tratamiento) Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -0.42667 -0.25667 -0.01667

0.13333 0.73333 Coefficients: Estimate Std. Error t value Pr(<|t|) (Intercept) 24.4967 0.2304 106.34 4.66e-11 ***

f_tratamientoQUEQUE_T1 9.6500 0.3258 29.62 9.82e-08 *** f_tratamientoQUEQUE_T6 4.9100 0.3258 15.07 5.38e-06 *** --- Signif.

codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 Residual standard error: 0.399 on 6 degrees of freedom Multiple R-squared: 0.9932,

Adjusted R-squared: 0.9909 F-statistic: 438.8 on 2 and 6 DF, p-value: 3.132e-07 < summary(modelo) Call: lm(formula = HIERRO ~ f_tratamiento) Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -0.42667 -0.25667 -0.01667 0.13333 0.73333 Coefficients: Estimate Std. Error t value

Pr(<|t|) (Intercept) 24.4967 0.2304 106.34 4.66e-11 *** f_tratamientoQUEQUE_T1 9.6500 0.3258 29.62 9.82e-08 ***

f_tratamientoQUEQUE_T6 4.9100 0.3258 15.07 5.38e-06 *** --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 Residual

standard error: 0.399 on 6 degrees of freedom Multiple R-squared: 0.9932, Adjusted R-squared: 0.9909 F-statistic: 438.8 on 2 and 6 DF, p-value: 3.132e-07 < anova=aov(modelo) < summary(anova) Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(<|F|) f_tratamiento 2 139.70 69.85

438.8 3.13e-07 ***

92 Residuals 6 0.96 0.16 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 '<prueba_rango_multiple=duncan.test(y=HIERRO, trt = f_tratamiento, DFerror = 6, MSerror = 0.094) < print(prueba_rango_multiple) \$statistics MSerror Df Mean CV 0.094 6 29.35 1.044614 \$parameters test name.t ntr alpha Duncan f_tratamiento 3 0.05 \$duncan Table CriticalRange 2 3.460456 0.612543 3 3.586498 0.634854 \$means HIERRO std r Min Max Q25 Q50 Q75 QUEQUE_T0 24.49667 0.6379133 3 24.07 25.23 24.13 24.19 24.710 QUEQUE_T1 34.14667 0.1457166 3 34.01 34.30 34.07 34.13 34.215 QUEQUE_T6 29.40667 0.2223361 3 29.15 29.54 29.34 29.53 29.535 \$comparison NULL \$groups HIERRO groups QUEQUE_T1 34.14667 a QUEQUE_T6 29.40667 b QUEQUE_T0 24.49667 c attr(,"class") [1] "group" < plot(prueba_rango_multiple) < #-----Análisis Redisdal----- < prueba_normalidad=shapiro.test(resid(modelo)) < print(prueba_normalidad) Shapiro-Wilk normality test data: resid(modelo) W = 0.91333, p-value = 0.3399 < prueba_homocedasticidad=bartlett.test(resid(modelo)~TRATAMIENTO,data = datos) < print(prueba_homocedasticidad) Bartlett test of homogeneity of variances data: resid(modelo) by TRATAMIENTO Bartlett's K-squared = 3.6747, df = 2, p-value = 0.1592

93 Anexo 2. Tabla de valores críticos de Chi Cuadrada, Bajo la probabilidad de que $H_0 \geq X^2$

94 Anexo 3. Fotografías de la investigación. Figura 34: Determinación de humedad de la materia prima harina de quinua negra y spirulina. Figura 35: Determinación de humedad de la materia prima, harina de quinua negra y spirulina. Figura 36: Preparación y horneado de queques.

95 Figura 37: Tratamiento de queques elaborados Figura 38: Determinación de la humedad de los queques Figura 39: Determinación de cenizas

96 Figura 40: Determinación de acidez expresado en ácido láctico de los queques Figura 41: Preparación de muestras y reactivos para el determinar peróxido Figura 42: Determinación de peróxido de los queques

97 Figura 43: Determinación de grasa por el método Soxhlet Figura 44: Preparación de caldos de cultivo para el análisis microbiológico Figura 45: Verificación del cultivo para hongos

98 Figura 46: Análisis sensorial del queque aplicado en niños

99 Anexo 4. Datos obtenidos del análisis sensorial - aceptabilidad JUECES T0 T1 T6 TM JUECES T0 T1 T6 TM

J1 4 3 4 4 J51 4 4 5 5 J2 5 3 5 4 J52 4 3 5 4 J3 3 5 5 3 J53 5 4 5 J4 4 1 3 3 J54 5 4 3 4 J5 4 4 3 3 J55 4 4 3 4 J6 4 1 3 4 J56 5 5 5 5 J7 1 4 4 4 J57 5 4 5 5

J8 5 1 2 3

J58 5 4 4 4 J9 4 3 3 4 J59 4 4 3 4 J10 4 5 2 3 J60 4 2 4 3 J11 5 4 4 4 J61 4 3 3 4 J12 5 5 5 4 J62 4 4 4 3 J13 4 3 3 4

J63 4 4 3 3

J14 5 4 5 3

J64 5 5 4 4

J15 4 3 4 4

J65 4 4 3 3 J16 5 4 3 3 J66 4 2 1 2 J17 3 3 4 2 J67 4 5 3 4 J18 5 1 2 3 J68 4 4 4 4 J19 5 4 5 4 J69 4 4 3 3 J20 1 2 2 2

J70 5 3 3 3

J21 3 4 3 4

J71 4 5 4 4

J22 1 1 2 1

J72 5 5 5 4 J23 5 4 3 3 J73 5 4 3 3 J24 5 4 4 4 J74 5 5 5 3 J25 3 4 3 4 J75 5 5 4 4 J26 5 4 5 4 J76 5 5 5 3 J27 4 5 4 4

J77 5 4 3 3

J28 4 4 3 3

J78 4 3 3 2

J29 4 4 4 3

J79 5 4 3 3 J30 5 4 2 3 J80 5 4 5 4 J31 5 4 5 1 J81 5 5 4 3 J32 5 5 4 3 J82 4 5 4 4 J33 5 3 4 3 J83 5 4 4 3 J34 3 4 2 2

J84 4 4 3 4

J35 5 4 3 3

J85 4 5 3 2

J36 5 4 4 4

J86 1 5 5 3

100 >> continuación <<

J37 4 4 2 4 J87 5 4 4 3 J38 5 4 5 4 J88 5 1 5 4 J39 5 4 3 4 J89 5 3 4 3 J40 4 4 4 4 J90 5 4 1 1 J41 5 4 3 4 J91 4 5 3 4 J42 5 4 2 5 J92 5 4 3 3 J43 5 5 4 4 J93 5 4 4 3 J44 4 4 4 4

J94 4 5 3 3 J45 4 5 4 4 J95 4 5 3 5 J46 4 4 5 4 J96 4 4 3 4 J47 4 5 4 3 J97 4 4 2 3 J48 5 4 5 4 J98 5 4 4 3 J49 5 4 5 5

J99 5 5 4 3

J50 5 4 4 4

J100 4 4 3 1

Nota: 1 = Odié, 2 = No me gustó, 3 = indiferente, 4 = Me gusto, 5 Me encantó.

101 Anexo 5. Formula panadera – porcentaje panadero Cálculo del Porcentaje de Ingrediente (%): % = Donde: % I : Porcentaje de Ingrediente PI : Peso del Ingrediente PM : Peso de Masa Cálculo de la Relación Peso de Masa / Harina (RPMH): RPMH = $\frac{\%1 + \%2 + \%3 + \dots + \%N}{100}$ (Sumar cada porcentaje de ingrediente, incluyendo el de la harina que es 100% para todos los panes). Donde: RPMH: Relación Peso de Masa / Harina Cálculo del Peso de Masa Objetivo (PMO): = * Donde: PMO: Peso de Masa Objetivo CU: Cantidad de Unidades PU: Peso de la Unidad Cálculo del Peso de la Harina (PH): = PH: Peso de la Harina PMO: Peso de Masa Objetivo RPMH: Relación Peso de Masa / Harina Cálculo del Peso de los Ingredientes (PI): = * % (Peso de la harina por el porcentaje individual de cada ingrediente) PI : Peso del Ingrediente PH: Peso de la Harina %I : Porcentaje de Ingrediente

102 Anexo 6. Resultado obtenido del análisis de proteína para Spirulina (Arthrospira platensis)

103 Anexo 7. Resultado obtenido del análisis de proteína para harina de Quinua INIA 420 -Negra Collana (Chenopodium quinoa Willd).

104 Anexo 8. Resultado obtenido del % de proteína T0

105 Anexo 9. Resultado obtenido del % de proteína T1

106 Anexo 10. Resultado obtenido del % de proteína T6

107 Anexo 11. Resultado obtenido del % de hierro T0

108 Anexo 12. Resultado obtenido del % de hierro T1

109 Anexo 13. Resultado obtenido del % de hierro T6

110 Anexo 14. Resultado de porcentaje de proteína – Replicas Fuente: BHIOS (2021) Tratamiento Replica1 Replica 2 Replica 3 Media
T0 7.02 7.01 7.02 7.02 ± 0.01 T1 8.74 8.70 8.72 8.72 ± 0.02 T2 8.05 8.02 8.02 8.03 ± 0.01 T3 8.26 8.25 8.31 8.27 ± 0.03 T4 8.42 8.53 8.53
8.49 ± 0.06 T5 8.42 8.39 8.43 8.41 ± 0.02 T6 8.56 8.55 8.58 8.57 ± 0.01 T7 8.31 8.32 8.31 8.31 ± 0.02 T8 8.04 8.04 8.04 8.04 ± 0.01 T9
8.41 8.49 8.42 8.44 ± 0.04

T10 8.46 8.46 8.42 8.45 ± 0.02 T11 8.46 8.45 8.42 8.44 ± 0.02 T12 8.42 8.46 8.42 8.43 ± 0.02

T13 8.45 8.46 8.43 8.45 ± 0.01

111

Anexo 15. Determinación de proteína Se realiza por tres etapas primero "

Digestión", se pesa 1 gr de muestra triturada y se introduce al tubo de digestión junto con una muestra de catalizador Kjeldahl y 10 ml de ácido sulfúrico al 95 – 98 %,

seguido se realiza la digestión a una temperatura de 400 °C por 30 min pasado el tiempo se deja enfriar y se dosifica 50 ml de agua destilada en cada tubo. Segundo "

Neutralización y Destilación" Añadir 25 ml de ácido Bórico en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y agregar 2 gotas de indicador mixto, se debe colocar el Erlenmeyer en el refrigerante teniendo la precaución de que esta quede sumergida dentro de la disolución de ácido bórico. Se debe colocar un tubo con la muestra en el lado izquierdo del destilador, una vez colocado el tubo de la muestra y el Erlenmeyer con el ácido Bórico, luego dosificar 40 ml de NaOH e iniciar la destilación. La destilación se debe prolongar el tiempo suficiente para que se destilen un mínimo de 150 ml, aproximadamente de 5 a 10 minutos.

Tercero "Valoración"

Valorar con ácido clorhídrico 0.31 N el destilado obtenido, hasta que la solución cambie de color de verde a violeta. Calcular el % de proteína aplicado las siguientes ecuaciones: $\% = 1.4 \cdot (1 - 0) \cdot \% = \% \cdot$ Donde: P = Peso en gr de

la muestra V 1 = Volumen de HCl consumido en la valoración (mL) N = Normalidad del HCl V 0 = Volumen de HCl consumido en la valoración de un blanco (mL) F = Factor de conversión para

pasar de contenido en nitrógeno a contenido en proteínas Fuente:

AOAC (1990)

112 Anexo 16.

Determinación de humedad: Se pesa la placa dentro del equipo para luego tararla, se pesa 5 g de muestra en la placa del equipo, y se procede a cerrar la tapa de espera que el proceso se termine y se pesa la muestra. La muestra comenzará a perder humedad, después de pasado un tiempo de 10 a 20 minutos, deberá tomarse la lectura y se mantiene estable durante 2 minutos se registrará como porcentaje total de humedad. Fuente: Tirado

et al. (2015) Anexo 17. Determinación de ceniza

Se calienta el crisol para posteriormente pesarlo, luego se toma nota del peso y se tara, seguidamente de pesa 2 gramos de muestra.

Se introduce las cápsulas con las muestras en la mufla, se gradúa la temperatura a 600 °C por dos horas. Al término del tiempo, se apaga la mufla y se deja enfriar por 15 minutos en un desecador, posteriormente se pesan las cápsulas ya frías y se toma nota de los pesos. $\% = (-) \cdot 100$ Donde: P = Peso del crisol con las cenizas. p = Peso del crisol vacío. M = Peso de la muestra. Fuente: AOAC

(1990) Anexo 18. Determinación de acidez Se

prepara 10 gr de muestra de queque y

se agrega 100 cm³ de agua destilada hervida y fría, se mezcla bien agitando eventualmente cada 10 min durante 1 h, seguido se filtra a través del papel filtro sobre un matraz aforado de 200 cm³, luego se toma una alícuota de 20 cm³ del filtrado y se lleva a un Erlenmeyer. Se agrega 5 gotas de fenolftaleína

y se titula con una solución de hidróxido de sodio 0.1 N.

La acidez como porcentaje de ácido láctico es igual a: $= \cdot 0,090 \cdot 100 \cdot 200 \cdot 20$

Donde:

113 H = Porcentaje de ácido láctico. V = Volumen de la solución de hidróxido de sodio, gastado en cm³. N = Normal del álcali. 0.090 = Miliequivalente del ácido láctico. M = Masa de la muestra en gramos. 20 = Alícuota.

Fuente: INACAL (2005) Anexo 19. Determinación de peróxido

Se tara el Erlenmeyer, en un vaso de 100cm³ se coloca una masa equivalente a 10 gr de la muestra preparada, se agrega éter de petróleo y se agita con una varilla durante 3 minutos aproximadamente, se filtra sobre papel filtro en el Erlenmeyer tarado, se vapora el éter a temperatura ambiente y en lugar ventilado, se determina la masa del Erlenmeyer con la grasa que ha quedado y se anota la masa de la grasa depositada, se añade 30 cm³ de solución acética cloroformo y se agita hasta la disolución de la grasa, se añade 0.5 cm³ de solución la solución saturada de yoduro de potasio con pipeta,

se añade 30 cm³ de agua destilada y luego se agita, se titula con la solución 0.01 N tiosulfato de sodio hasta color amarillo, se añade 0.5 cm³ solución indicadora de almidón y se continúa la valoración hasta desaparición de color azul de almidón. $= (-) 1000$

Donde:

me = Miliequivalente por kilogramo de grasa (me/kg). A = Volumen de tiosulfato gastado, para titular la muestra, en cm³. A =

Volumen de tiosulfato gastado, para titular el blanco, en cm³. N = Normalidad

del tiosulfato M = Masa de la muestra, en gramos.

Fuente: INACAL (2016)

114 Anexo 20.

Determinación de grasa Se prepara cartuchos de papel filtro y se pesa, luego se pesa junto con la muestra. De la diferencia de pesos se obtiene el "peso de la muestra (m)". Con la estufa, se seca el matraz para luego pesarlo en la balanza, obteniendo como resultado la "tara del matraz solo (m1)", adaptar el matraz al cuerpo extractor, colocar en el extractor el papel filtro con la muestra, añadir el solvente (éter de petróleo) en el extractor, con la estufa a 40 °C, calentar el solvente hasta su punto de ebullición.

Se retira el papel filtro con la muestra en él, se evapora el solvente y se obtiene

el peso del matraz con grasa (m2). Finalmente se calcula el porcentaje de grasa. $\% = \frac{m - m_1}{m_2 - m_1} \times 100$ Donde: m = Peso de la muestra. m1 = Tara del matraz solo. m2 = Peso matraz con grasa. Fuente: AOAC (1990) Anexo 21. Determinación de fibra

Digestión ácida, digestión básica y secado. Para realizar la etapa de la digestión ácida se pesa 4 gr de muestra transferida a un beaker de 600 ml junto con 200 ml de ácido sulfúrico al 1.25 % y posteriormente colocar en el aparato de digestión hasta ebullición durante treinta minutos, luego se filtra tres veces con agua destilada caliente. Para la digestión básica la muestra filtrada se transfiere al beaker de 600 ml con 200 ml de hidróxido de sodio al 1.25 % y es colocada en el aparato de digestión hasta ebullición por treinta minutos, luego se filtró tres veces con agua destilada caliente y una cuarta vez con 25 ml de alcohol. Para la etapa de secado la muestra filtrada se coloca en el horno por un periodo de treinta minutos a una temperatura de 100 °C se enfría y luego se pesa. Para la determinación del porcentaje de fibra bruta se utiliza la siguiente fórmula: $\% = \frac{m - m_1}{m_2 - m_1} \times 100$ Fuente: FAO (1997)

115 Anexo 22. Carbohidratos solubles

Por diferencia MS-INN Collazos (1993). Se determina a partir del porcentaje remanente de la cuantificación de los principales componentes del alimento (humedad, cenizas, lípidos y proteínas)

$h (\%) = 100 - (+ + + + h)$ Fuente: Reyes et al. (2017) Anexo 23. Análisis microbiológico – Moho

Mediante la técnica de recuento en placa. Este método solo se puede aplicar en productos con actividad de agua ≤ 0.95 , tal es el caso del queque, lo cual consiste en hacer la siembra de una alícuota de la muestra de queque en la superficie de la placa con un medio de cultivo específico para mohos. Luego, la placa cultivada es incubada a $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ por 5 a 7 días. Pasado el tiempo, se realiza el conteo de las colonias desarrolladas, levaduras y mohos por separado, expresado en g/ml de muestra

Para la tinción de hongos se prepara los frotis bacteriano indicados, teñir con verde malaquita con unas pinzas de madera colocar la muestra encima de la llama del mechero de forma que el colorante humee durante 5 min, se lava con abundante agua el exceso de colorante, seguido se tiñe con safranina 1 min lavar con abundante agua el exceso de colorante, se seca la preparación y se observa la preparación al microscopio. Fuente: Prado et al. (2013); Ramos et al. (2012)

116 Anexo 24. Cartilla de evaluación sensorial de escala hedónica facial mixta de cinco puntos

Cuestionario de análisis sensorial Ficha de escala hedónica facial mixta de cinco puntos Prueba de aceptación Nombre:

_____ Año _____ Fecha: _____ Señala la carita que más representa lo que te pareció

el

queque.

Fuente: Espinosa (2007)

Hit and source - focused comparison, Side by Side

Submitted text As student entered the text in the submitted document.

Matching text As the text appears in the source.

1/38

SUBMITTED TEXT

30 WORDS

44% MATCHING TEXT

30 WORDS

panificación tienen una gran aprobación por los sectores rurales y urbanos; tales como el queque, alimentos que tienen considerable importancia en todos los niveles sociales de la población.

panificación tienen gran aceptación por los sectores rurales y urbanos; como es el caso del pan, alimento que tiene gran importancia en todos los niveles sociales de la población

SA Proyecto de tesis_Anderson_con visto bueno.pdf (D109717980)

se encontró antecedentes de trabajos tales como: En la investigación de Garay (2018), elaboró galletas anti anémicas en su trabajo de investigación, donde tuvo como objetivo específico formular y evaluar fisicoquímica y sensorialmente las galletas anti anémicas enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y sangre bovina. Para la cual se utilizó harina de trigo (10%), quinua (20%) más sangre bovina (50%). De las pruebas fueron elegidas T1 (30%), T3 (40%) y T5 (50%) de los porcentajes de sustitución sangre bovina, las que fueron sometidas a la prueba sensorial de preferencia mediante una escala hedónica exigida, donde se contó con 30 panelistas semi entrenados, quienes indicaron que el T5 tiene buen color, sabor y textura, resultó ser la prueba con mayor aceptabilidad la cual fue sometido a análisis fisicoquímico y microbiológico, resultando ser un producto apto para el consumo humano; conteniendo: humedad 3,20%, índice de peróxido 0,15 meq/kg de aceite o grasa, ceniza 1,30, acidez 0,09%, mohos UFC/g ≤ 10 y de buena aceptabilidad. Dentro las investigaciones de Gutiérrez y Tello (2018), evaluaron el efecto de la incorporación de spirulina en las características nutricionales y sensoriales de una galleta elaborada a base de harina de trigo y kiwicha, en la cual se realizó cuatro formulaciones donde se sustituyó harina de trigo por harina de kiwicha en un 30%. Asimismo, la spirulina fue incorporada en 0% galletas control, 1%, 3% y 5% respectivamente, a las cuales se les hizo la evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial. Donde los resultados mostraron el incremento de proteínas, grasas, cenizas, humedad, hierro, calcio y sodio, debido a la adición de spirulina, respecto a la evaluación sensorial la mejor prueba de 3% de spirulina con mayor puntaje aceptación. Por parte de Capurro y Huerta (2016), evaluaron el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por Harina de Kiwicha, Harina de Quinua y Harina de Maíz para obtener 5 galletas con el mayor valor nutricional y con mejor aceptabilidad en el consumidor, los resultados 7 demostraron que el tratamiento 7 (6% de harina de kiwicha, 16% de harina de quinua y 24% de harina de maíz) fue considerada como la mejor formulación, al obtener un cómputo químico de Lisina del 97% y mayor al 100% para los demás aminoácidos esenciales, así mismo esta goza de una buena aceptación, presentando los siguientes indicadores organolépticos; apariencia general (6.8), aroma (6.4), textura (6.3), color (6.7) y sabor (6.5) para una escala hedónica de 9 puntos. Donde solo los parámetros de aroma, sabor y color no tuvieron diferencia significativa. Lo que hace indicar que al utilizar las harinas de kiwicha, quinua y maíz para beneficiar al producto final no interfiere en las características sensoriales finales.

se encontró antecedentes de trabajos similares que tiene relación al trabajo de investigación tales como: En la investigación de Garay (2018) se llegó a elaborar galletas antianemicas en su trabajo de investigación, donde tuvo como objetivo específico formular y evaluar fisicoquímica y sensorialmente las galletas antianemicas enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y sangre bovina. Para la cual se utilizó harina de trigo (10%), quinua (20%) más sangre bovina (50%). De las pruebas fueron elegidas T1 (30%), T3 (40%) y T5 (50%) de los porcentajes de sustitución sangre bovina, las que fueron sometidas a la prueba sensorial de preferencia mediante una escala hedónica exigida, donde se contó con 30 panelistas semientrenados, quienes indicaron que el T5 tiene buen color, sabor y textura, resultó ser la prueba con mayor aceptabilidad la cual fue sometido a análisis fisicoquímico y microbiológico, resultando ser un producto apto para el consumo humano; conteniendo: humedad 3,20%, índice de peróxido 0,15 meq/kg de aceite o grasa, ceniza 1,30, acidez 0,09%, mohos UFC/g ≤ 10 y de buena aceptabilidad. Dentro las investigaciones de Gutiérrez y Tello (2018) evaluaron el efecto de la incorporación de spirulina en las características nutricionales y sensoriales de una galleta elaborada a base de harina de trigo y kiwicha, en la cual se realizó cuatro formulaciones donde se sustituyó harina de trigo por harina de kiwicha en un 30%. Asimismo, la spirulina fue incorporada en 0% galletas control, 1%, 3% y 5% respectivamente, a las cuales se les hizo la evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial. Donde los resultados mostraron el incremento de proteínas, grasas, cenizas, humedad, hierro, calcio y sodio, debido a la adición de spirulina, respecto a la evaluación sensorial la mejor prueba de 3% de spirulina con mayor puntaje aceptación. Por parte de Capurro y Huerta (2016) evaluaron el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por Harina de Kiwicha, Harina de Quinua y Harina de Maíz para obtener galletas con el mayor valor nutricional y con mejor aceptabilidad en el consumidor, los resultados 7 demostraron que el tratamiento 7 (6% de harina de kiwicha, 16% de harina de quinua y 24% de harina de maíz) fue considerada como la mejor formulación, al obtener un cómputo químico de Lisina del 97% y mayor al 100% para los demás aminoácidos esenciales, así mismo esta goza de una buena aceptación, presentando los siguientes indicadores organolépticos; apariencia general (6.8), aroma (6.4), textura (6.3), color (6.7) y sabor (6.5) para una escala hedónica de 9 puntos. Donde solo los parámetros de aroma, sabor y color no tuvieron diferencia significativa. Lo que hace indicar que al utilizar las harinas de kiwicha, quinua y maíz para beneficiar al producto final no interfiere en las características sensoriales finales.

3/38	SUBMITTED TEXT	150 WORDS	71% MATCHING TEXT	150 WORDS
<p>clasificación está dada de la siguiente manera. Reino: Vegetal División: Fanerógama Clase: Dicotiledóneae Sub clase: Angiospermas Orden: Centrospermales Familia: Chenopodiaceae Género: Chenopodium</p>		<p>clasificación está dada de la siguiente manera. Reino: Vegetal. Division: Fanerogama Clase: Dicotiledoneae Orden: Centrospermales Familia Chenopodiaceae Género: Chenopodium</p>		
<p>SA PERFIL DE TESIS NIKO TURRONE DE QUINUA NEGRA final.pdf (D117792813)</p>				
4/38	SUBMITTED TEXT	22 WORDS	71% MATCHING TEXT	22 WORDS
<p>microalga azul-verde simbiótica, multicelular y filamentosa, esta se reproduce por fisión binaria (Tarazona, 2018), la spirulina es un alimento natural que</p>		<p>microalga azul-verde simbiótica, multicelular y filamentosa, se reproduce por fisión binaria. Es un alimento natural que</p>		
<p>W http://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/8816</p>				
5/38	SUBMITTED TEXT	28 WORDS	62% MATCHING TEXT	28 WORDS
<p>es rica fuente de proteína, más fácil de digerir que la carne, contiene aminoácidos esenciales y no esenciales, ácidos grasos esenciales, ácidos nucleicos, vitaminas, minerales y pigmentos (</p>		<p>es una fuente rica en proteínas, más digerible que la carne, contiene aminoácidos esenciales y no esenciales, ácidos grasos esenciales, ácidos nucleicos (ADN y ARN), vitaminas, minerales, pigmentos</p>		
<p>W http://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/8816</p>				
6/38	SUBMITTED TEXT	44 WORDS	85% MATCHING TEXT	44 WORDS
<p>Calcio 120 mg Hierro 28.50 mg Magnesio 195 mg Fósforo 118 mg Potasio 1363 mg Sodio 1048 mg Zinc 2 mg Fuente: Tarazona (2018) 17 Tabla 10: Contenido de vitaminas en la</p>		<p>Calcio 102.62 mg Hierro 4.98 mg Magnesio 65.51 mg Fósforo 57.54 mg Potasio 531.26 mg Sodio 37.31 mg Zinc 0.61 mg 20 Tabla 4 Contenido de vitaminas de la</p>		
<p>SA TESIS UNAJ 2021 CORREGIDA_Royer_OK (1).pdf (D108895418)</p>				
7/38	SUBMITTED TEXT	58 WORDS	34% MATCHING TEXT	58 WORDS
<p>et al., 2020; Zlateva et al., 2019); pastas (Hussein et al., 2021; Koli et al., 2021; D. Kumar et al., 2022; Mostolizadeh et al., 2020; Raczky et al., 2022); snacks (Costa et al., 2021; Lucas et al., 2018); barritas nutritivas (A. Kumar et al., 2018); grageas (Bayat et al., 2022); alimentos funcionales (Almeida et al., 2021). 2.3.5.</p>		<p>et al. (2017); Batista et al. (2017); Bolanho et al. (2014); De Marco et al. (2014); Fradique et al. (2010); Joshi et al. (2014); Khosravi-Darani et al. (2017); Lemes et al. (2012); Lucas et al. (2017, 2018); Massoud et al. (2016); Navacchi et al. (2012); Onacik-Gür et al. (2018);</p>		
<p>W https://lirias.kuleuven.be/retrieve/545411</p>				
8/38	SUBMITTED TEXT	48 WORDS	59% MATCHING TEXT	48 WORDS
<p>el hierro es un mineral necesario para el crecimiento y desarrollo del cuerpo. El cuerpo necesita del hierro para fabricar la hemoglobina, la cual es una proteína de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno de los pulmones a distintas partes del cuerpo, además de la mioglobina,</p>		<p>El hierro es un mineral necesario para el crecimiento y desarrollo del cuerpo. El cuerpo utiliza el hierro para fabricar la hemoglobina, una proteína de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno de los pulmones a distintas partes del cuerpo, además de la mioglobina,</p>		
<p>W https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-DatosEnEspañol/</p>				

9/38	SUBMITTED TEXT	86 WORDS	86% MATCHING TEXT	86 WORDS
<p>frutas u hortalizas, huevo fresco, aceite vegetal, mantequilla, leche en polvo, agua, azúcar, levadura, entre otros ingredientes, con o sin fortificación (QaliWarma, 2019) 2.8.2. Criterios fisicoquímicos y microbiológicos La Resolución Ministerial N° 1020-2010/MINSA aprobó en el 2010 la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, 28 Galletería y Pastelería (MINSA, 2010), en la cual se establece los criterios fisicoquímicos y microbiológicos para distintos alimentos, con sus límites permisibles. Tabla 16: Criterios fisicoquímicos para</p>		<p>frutas y/u hortalizas, huevo fresco, aceite vegetal, mantequilla, leche entera en polvo, agua, azúcar, levadura, pasas, nueces, con o sin chocolate, entre otros ingredientes como frutas, con o sin fortificación (MIDIS, 2019). • Criterios fisicoquímicos y microbiológicos. La Resolución Ministerial N° 1020-2010/MINSA aprobó en el 2010 la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería (MINSA, 2010) en la cual se establece los criterios fisicoquímicos y microbiológicos para distintos alimentos. En la Tabla 4 abarca tres con sus límites permisibles. Tabla 4 Criterios fisicoquímicos para</p>		
<p>SA 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Quispe.pdf (D108895416)</p>				
10/38	SUBMITTED TEXT	11 WORDS	100% MATCHING TEXT	11 WORDS
<p>ACEPTACIÓN PREFERENCIA ESCALARES Muestra simple Pareada Ordenamiento Escala Hedónica Escala de Actitud PRUEBAS AFECTIVAS</p>		<p>ACEPTACIÓN PREFERENCIA ESCALARES Muestra simple Pareada Ordenamiento Escala Hedónica Escala de Actitud PRUEBAS AFECTIVAS</p>		
<p>SA 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Quispe.pdf (D108895416)</p>				
11/38	SUBMITTED TEXT	35 WORDS	65% MATCHING TEXT	35 WORDS
<p>pruebas sensoriales afectivas Fuente: Espinosa (2007) 3.5.1.1. Pruebas escalares Las pruebas escalares de tipo afectiva son utilizadas con el propósito de conocer el nivel de agrado o desagrado de un producto elaborado</p>		<p>pruebas sensoriales afectiva. a) Pruebas Escalares De acuerdo Espinoza (2007) las pruebas escalares de tipo afectiva se utilizan con el propósito de conocer el nivel de agrado o desagrado de un producto elaborado,</p>		
<p>SA 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Quispe.pdf (D108895416)</p>				
12/38	SUBMITTED TEXT	78 WORDS	100% MATCHING TEXT	78 WORDS
<p>Etapas de la vida Cantidad recomendada Bebés hasta los 6 meses de edad 0,27 mg Bebés de 7 a 12 meses de edad 11 mg Niños de 1 a 3 años de edad 7 mg Niños de 4 a 8 años de edad 10 mg Niños de 9 a 13 años de edad 8 mg Adolescentes (varones) de 14 a 18 años de edad 11 mg Adolescentes (niñas) de 14 a 18 años de edad 15 mg</p>		<p>Etapas de la vida Cantidad recomendada Bebés hasta los 6 meses de edad 0,27 mg Bebés de 7 a 12 meses de edad 11 mg Niños de 1 a 3 años de edad 7 mg Niños de 4 a 8 años de edad 10 mg Niños de 9 a 13 años de edad 8 mg Adolescentes (varones) de 14 a 18 años de edad 11 mg Adolescentes (niñas) de 14 a 18 años de edad 15 mg</p>		
<p>W https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-DatosEnEspañol/</p>				
13/38	SUBMITTED TEXT	24 WORDS	82% MATCHING TEXT	24 WORDS
<p>son fáciles de interpretar y los resultados que de ellas se obtiene permite tomar acciones importantes en relación a la venta del producto</p>		<p>son fáciles de interpretar y los resultados que de ellas se obtienen permiten tomar acciones 19 importantes con relación a la venta del producto,</p>		
<p>SA PROYECTO DE TESIS- MILDRE ROSIO YANA (2).pdf (D108895417)</p>				

14/38	SUBMITTED TEXT	66 WORDS	94% MATCHING TEXT	66 WORDS
<p>Harina de quinua Negra Collana Spirulina Formulación T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10 Insumos Mezclado/batido Queque Evaluación del % de Proteína LEYENDA • T1,T2...T13 = Tratamientos con diferentes % de harina de quinua negra y sprlulina • P1, P2 = Queques con mayor % en proteína • H1, H2 = Queque con mayor % en hierro. • M1, M2 = Queques con mayor % en proteína y hierro. •</p>		<p>Harina de quinua Negra Collana Spirulina Formulación T1 T2 T3 T5 T6 T7 T8 T9 T10 T11 T12 T13 Insumos Mezclado Horneado Queque Evaluación del % de Proteína LEYENDA • T1,T2...T13 = Tratamientos con diferentes % de harina de quinua negra y sprlulina • P1, P2 = Queques con mayor % en proteína • H1, H2 = Queque con mayor % en hierro. • M1, M2 = Queques con mayor % en proteína y hierro. •</p>		
<p>SA 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Quispe.pdf (D108895416)</p>				
15/38	SUBMITTED TEXT	25 WORDS	64% MATCHING TEXT	25 WORDS
<p>Humedad (%): Método utilizado según A.O.A.C. 23.003:2003. • Ceniza (%): Método utilizado según A.O.A.C 1975. • Proteína (%): Método Kjeldahl, según A.O.A.C 2008. 3.7.2.</p>		<p>Humedad: Método determinación de humedad (A.O.A.C 925.45), (ANEXO 3). Ceniza: Método determinación de cenizas (A.O.A.C 935.14), (ANEXO 4). Proteína: Método de Kjeldahl (A.O.A.C 935.39), (</p>		
<p>SA PERFIL DE TESIS NIKO TURRONE DE QUINUA NEGRA final.pdf (D117792813)</p>				
16/38	SUBMITTED TEXT	43 WORDS	32% MATCHING TEXT	43 WORDS
<p>A.O.A.C 2008. • Humedad: Método utilizado según A.O.A.C. 23.003:2003. • Cenizas: Método utilizado según A.O.A.C 1975. • Acidez: Método NTP 206.013 según Normas técnicas peruanas. • Fibra: Método según A.O.A.C 985.29. • Carbohidratos: Método por diferencia, según Collazos 1993. • Peróxido: Método</p>		<p>A.O.A.C 925.45), (ANEXO 3) Grasa: Método determinación de grasa (A.O.A.C 934.39), (ANEXO 6) Fibra: Método determinación de fibra (A.O.A.C 985.29), (ANEXO 7) Cenizas: Método determinación de cenizas totales (A.O.A.C 1975), (ANEXO 4) Carbohidratos solubles: Método por diferencia MS-INN Collazos 1993 Proteína: Método</p>		
<p>SA 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Quispe.pdf (D108895416)</p>				
17/38	SUBMITTED TEXT	27 WORDS	89% MATCHING TEXT	27 WORDS
<p>La investigación fue desarrollada en el Taller de panificación y laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Juliaca,</p>		<p>La investigación fue realizada en el Taller de panificación y laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias (EPIIA) de la Universidad Nacional de Juliaca (</p>		
<p>SA Borrador de tesis; Jover Y. Paredes E..docx (D102357363)</p>				
18/38	SUBMITTED TEXT	22 WORDS	91% MATCHING TEXT	22 WORDS
<p>MINSA (2010), norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería RM N° 1020-2010/MINSA.</p>		<p>MINSA. (2010). Norma Sanitaria para la Fabricación , Elaboración y Expendio de Productos de Panificación , Galletería y Pastelería RM N ° 1020-2010 / MINSA .</p>		
<p>SA 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Quispe.pdf (D108895416)</p>				

19/38	SUBMITTED TEXT	34 WORDS	84% MATCHING TEXT	34 WORDS
<p>Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p TRATAMIENTOS 12 1.30968 0.109140 141.88 0.000 Error 26 0.02000 0.000769 Total 38 1.32968</p>		<p>Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p Código 14 868.7 62.053 22.52 0.000 Consumidores 101 2265.4 22.430 8.14 0.000 Error 1414 3896.2 2.755 Total 1529 7030.4</p>		
<p>SA Borrador de tesis; Jover Y. Paredes E..docx (D102357363)</p>				
20/38	SUBMITTED TEXT	240 WORDS	90% MATCHING TEXT	240 WORDS
<p>T0 7.02 ± 0.01 15.33 ± 0.81 0.43 ± 0.01 1.53 ± 0.28 1.48 ± 0.07 T1 8.72 ± 0.02 18.00 ± 1.00 0.42 ± 0.05 1.84 ± 0.80 1.42 ± 0.02 T2 8.03 ± 0.01 19.75 ± 0.68 0.42 ± 0.05 1.5 ± 0.05 1.43 ± 0.01 T3 8.27 ± 0.03 18.52 ± 0.51 0.48 ± 0.05 1.6 ± 0.14 1.43 ± 0.01 44 &gt;&gt;continuación&lt;&lt; T4 8.49 ± 0.06 18.69 ± 0.37 0.48 ± 0.05 1.45 ± 0.18 1.47 ± 0.01 T5 8.41 ± 0.02 18.54 ± 0.12 0.42 ± 0.05 1.62 ± 0.27 1.42 ± 0.01 T6 8.57 ± 0.01 17.56 ± 0.47 0.48 ± 0.05 1.75 ± 0.06 1.48 ± 0.01 T7 8.31 ± 0.02 17.54 ± 0.11 0.47 ± 0.04 1.49 ± 0.17 1.47 ± 0.02 T8 8.04 ± 0.01 17.78 ± 0.61 0.48 ± 0.05 1.57 ± 0.39 1.48 ± 0.02 T9 8.44 ± 0.04 17.94 ± 0.58 0.42 ± 0.05 1.56 ± 0.13 1.43 ± 0.02 T10 8.45 ± 0.02 17.92 ± 0.89 0.42 ± 0.05 1.57 ± 0.26 1.42 ± 0.02 T11 8.44 ± 0.02 17.93 ± 0.56 0.43 ± 0.06 1.57 ± 0.22 1.43 ± 0.01 T12 8.43 ± 0.02 17.94 ± 0.86 0.42 ± 0.01 1.58 ± 0.32 1.42 ± 0.01 T13 8.45 ± 0.01 17.93 ± 0.63 0.43 ± 0.06 1.56 ± 0.23 1.43 ± 0.01</p>		<p>T1 278 T9 620 T2 504 T10 748 T3 139 T11 175 T4 982 T12 576 T5 365 T13 953 T6 884 T14 387 T15 721</p>		
<p>SA Borrador de tesis; Jover Y. Paredes E..docx (D102357363)</p>				
21/38	SUBMITTED TEXT	136 WORDS	66% MATCHING TEXT	136 WORDS
<p>TRATAMIENTOS N Media Agrupación T1 3 8.7200 A T6 3 8.56667 B T4 3 8.4933 B C T13 3 8.44667 C T10 3 8.4467 C T11 3 8.4433 C T9 3 8.4400 C T12 3 8.4333 C T5 3 8.4133 C T7 3 8.31333 D T3 3 8.2733 D</p>				
<p>SA AvilaZavaletaAdyBregette.docx (D119252972)</p>				
22/38	SUBMITTED TEXT	11 WORDS	100% MATCHING TEXT	11 WORDS
<p>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</p>				
<p>SA EF___ AvilaZavaletaAdyBregette_PeredaCalderon_WendyGeraldine.docx (D141593363)</p>				
23/38	SUBMITTED TEXT	20 WORDS	58% MATCHING TEXT	20 WORDS
<p>se observa que a medida que se incrementa el porcentaje de harina de quinua y spirulina aumenta el contenido</p>		<p>se observa que a medida que aumenta el porcentaje de sustitución de harina de quinua al 10 % y 15 %, el contenido</p>		
<p>SA Documento de trabajo de titulación Srta. Luna María Eugenia 10 08 2021.pdf (D111192804)</p>				
24/38	SUBMITTED TEXT	21 WORDS	100% MATCHING TEXT	21 WORDS
<p>Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, R. (2013). Catálogo de Variedades Comerciales de Quinua en Perú (Primera ed).</p>		<p>Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, R. (2013). Catálogo de Variedades Comerciales de Quinua en Perú (Primera ed).</p>		
<p>SA 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Quispe.pdf (D108895416)</p>				

25/38	SUBMITTED TEXT	20 WORDS	79% MATCHING TEXT	20 WORDS
<p>una formulacion para la elaboraci3n de una galleta libre de gluten con un valor proteinico riquecida con spirulina platensis [</p>		<p>una formulaci3n para la elaboraci3n de una galleta libre de gluten con un alto valor proteinico enriquecida con S. platensis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 		
<p>SA Aguilar Marcillo Desarrollo de una formulaci3n para la elaboraci3n de una galleta libre de gluten ... (D40888320)</p>				
26/38	SUBMITTED TEXT	36 WORDS	75% MATCHING TEXT	36 WORDS
<p>Aceptabilidad y calidad nutricional de la mezcla de harina de maiz morado (Zea mays l.) enriquecida con harina de spirulina (Arthrospira platensis) para la elaboraci3n del api, Arequipa 2016 [Universidad Nacional de San Agustin]. http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1852</p>		<p>aceptabilidad y calidad nutricional de la mezcla de harina de maiz morado (ZEA MAYS L) enriquecida con harina de spirulina (ARTHROSPIRA PLATENSIS) para la elaboraci3n del api, Arequipa 2016 Arhuire Huahuasonco, Jessica Dioselyn; Betancur Choquehuanca, Yesenia Nury URI: http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1852</p>		
<p>W http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1852</p>				
27/38	SUBMITTED TEXT	85 WORDS	94% MATCHING TEXT	85 WORDS
<p>Batista, A., Niccolai, A., Fradinho, P., Fragoso, S., Bursic, I., Rodolfi, L., Biondi, N., Tredici, M. R., Sousa, I., & Raymundo, A. (2017). Microalgae biomass as an alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility. <i>Algal Research</i>, 26(March), 161–171. https://doi.org/10.1016/j.algal.2017.07.017 Batista, A., Nunes, M., Fradinho, P., Gouveia, L., Sousa, I., Raymundo, A., & Franco, J. M. (2012). Novel foods with microalgal ingredients - Effect of gel setting conditions on the linear viscoelasticity of Spirulina and Haematococcus gels.</p>		<p>Batista, A.Niccolai, A., Fradinho, P., Fragoso, S., Bursic, I., Rodolfi, L., Biondi, N., Tredici, M.R., Sousa, I., Raymundo, A., 2017. Microalgae biomass as an alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility. <i>Algal Res.</i> 26, 161–171. https://doi.org/10.1016/j.algal.2017.07.017 Batista, A.P., Nunes, M.C., Fradinho, P., Gouveia, L., Sousa, I., Raymundo, A., Franco, J.M., 2012. Novel foods with microalgal ingredients - Effect of gel setting conditions on the linear viscoelasticity of Spirulina and Haematococcus gels.</p>		
<p>W https://lirias.kuleuven.be/retrieve/545411</p>				
28/38	SUBMITTED TEXT	25 WORDS	65% MATCHING TEXT	25 WORDS
<p>Arroyave, L., & Esguerra, C. (2006). Utilizacion de la harina de quinua (Chenopodium quinoa wild) en el proceso de panificaci3n. [Universidad de La Salle]. http://repository.lasalle.edu.co/</p>		<p>Arroyave, L. M., & Esguerra-Romero, C. (2006). Utilizacion de la harina de quinua (Chenopodium quinoa wild) en el proceso de panificaci3n. Universidad de la Salle, Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/</p>		
<p>SA Nataly Llumiquinga - tesis-final.docx (D127290022)</p>				
29/38	SUBMITTED TEXT	27 WORDS	87% MATCHING TEXT	27 WORDS
<p>Evaluaci3n tecnol3gica de la harina de quinua (Quenopodium quinoa) variedad piartal como espesante alimentario obtenida bajo diferentes condiciones de proceso. Universidad de La Salle</p>		<p>Evaluaci3n tecnol3gica de la harina de quinua (Quenopodium quinoa) variedad piartal como espesante alimentario obtenida bajo diferentes condiciones de proceso" [En linea] (Trabajo de titulaci3n).(Ingeenieria de Alimentos). Universidad de la Salle .</p>		
<p>SA Documento de trabajo de titulaci3n Srta. Luna Marfa Eugenia 10 08 2021.pdf (D111192804)</p>				

30/38	SUBMITTED TEXT	37 WORDS	98% MATCHING TEXT	37 WORDS
<p>Capurro, J., & Huerta, D. (2016). Elaboración de galletas fortificadas con sustitucion parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>), Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>) y Maiz (<i>Zea mays</i>) [Univerddidad Nacional del Santa]. http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2629/42894.pdf?sequence=1&isAllowed=y</p>		<p>Capurro, J., & Huerta, D. (2016). Elaboración de galletas fortificadas con sustitucion parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>), Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>) y Maiz (<i>Zea mays</i>) (Univerddidad Nacional del Recuperado de http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2629/42894.pdf?sequence=1&isAllowed=y</p>		
<p>SA 3 Proyecto de Tesis Final - Fernando Huayta Quispe.pdf (D108895416)</p>				
31/38	SUBMITTED TEXT	34 WORDS	76% MATCHING TEXT	34 WORDS
<p>https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.05.044 Bayat, M., Vazifedoost, M., Ali, M., & Didar, Z. (2022). Fabrication of dragee containing <i>Spirulina platensis</i> microalgae to enrich corn snack and evaluate its sensorial, physicochemical and nutritional properties. <i>Foods</i>, 11, 1–20. https://doi.org/</p>		<p>https://doi.org/10.3390/foods11131909 AMA Style Bayat Tork M, Vazifedoost M, Hesarinejad MA, Didar Z, Shafafi Zenoozian M. Fabrication of Dragee Containing <i>Spirulina platensis</i> Microalgae to Enrich Corn Snack and Evaluate Its Sensorial, Physicochemical and Nutritional Properties. <i>Foods</i>. 2022; 11(13):1909. https://doi.org/10.3390/</p>		
<p>W https://doi.org/10.3390/foods11131909</p>				
32/38	SUBMITTED TEXT	2 WORDS	71% MATCHING TEXT	2 WORDS
<p>https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y</p>		<p>https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y</p>		
<p>SA Anghela Briggitt Ancalla Cueva-PT-IIA.pdf (D125407276)</p>				
33/38	SUBMITTED TEXT	13 WORDS	100% MATCHING TEXT	13 WORDS
<p>Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic- Opsenica, D.,</p>		<p>Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic-Opsenica, D., . . .</p>		
<p>SA Nataly Llumiquinga - tesis-final.docx (D127290022)</p>				
34/38	SUBMITTED TEXT	17 WORDS	100% MATCHING TEXT	17 WORDS
<p>Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) as an ingredient in bread formulations.</p>		<p>Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) as an ingredient in bread formulations. 55(2), 132-138.</p>		
<p>SA Nataly Llumiquinga - tesis-final.docx (D127290022)</p>				
35/38	SUBMITTED TEXT	26 WORDS	100% MATCHING TEXT	26 WORDS
<p>Shahbazizadeh, S., Khosravi-Darani, K., & Sohrabvandi, S. (2015). Fortification of Iranian Traditional Cookies with <i>Spirulina platensis</i>. <i>Annual Research & Review in Biology</i>, 7(3), 144–154. https://doi.org/10.9734/arrb/2015/13492</p>		<p>Shahbazizadeh, S., Khosravi-Darani, K., & Sohrabvandi, S. (2015). Fortification of Iranian Traditional Cookies with <i>Spirulina platensis</i>. <i>Annual Research & Review in Biology</i>, 7(3), 144-154. https://doi.org/10.9734/ARRB/2015/13492</p>		
<p>W https://doi.org/10.9734/arrb/2015/13492</p>				

36/38	SUBMITTED TEXT	35 WORDS	97% MATCHING TEXT	35 WORDS
<p>Tiga, B., Kumcuoglu, S., Vatansever, M., & Tavman, S. (2021). Thermal and pasting properties of Quinoa–Wheat flour blends and their effects on production of extruded instant noodles. <i>Journal of Cereal Science</i>, 97, 103120. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103120</p> <p>SA AvilaZavaletaAdyBregette.docx (D119252972)</p>				
37/38	SUBMITTED TEXT	26 WORDS	100% MATCHING TEXT	26 WORDS
<p>Uribe-Wandurraga, Z. N., Igual, M., García-Segovia, P., & Martínez-Monzó, J. (2019). Effect of microalgae addition on mineral content, colour and mechanical properties of breadsticks. <i>Food</i></p> <p>Uribe-Wandurraga, Z.N.; Igual, M.; García-Segovia, P.; Martínez-Monzó, J. Effect of microalgae addition on mineral content, colour and mechanical properties of breadsticks. <i>Food &</i></p> <p>W https://doi.org/10.33263/BRIAC116.1473614750</p>				
38/38	SUBMITTED TEXT	17 WORDS	100% MATCHING TEXT	17 WORDS
<p>Vargas, P., Arteaga, R., & Cruz, L. (2019). Análisis Bibliográfico Sobre El Potencial Nutricional De La</p> <p>SA PAOLA GERALDINE DÍAZ RUIZ Y NICOLLE ZULUETA CAMPOS-IFT-IIA.pdf (D142242374)</p>				