



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



**“PROPIEDADES FÍSICAS, REOLÓGICAS, CALIDAD DE COCCIÓN
Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE TALLARINES A PARTIR
DE HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.)
Y QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)”**

Denisse Jessica Ccasa Pacompia

Magaly Marianela Paricahua Quisocala

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Asesora: D. Sc. Elizabeth Huanatico Suarez

Co-asesor: M. Sc. Adaliht Jhony Arisaca Parillo

Juliaca, 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



“PROPIEDADES FÍSICAS, REOLÓGICAS, CALIDAD DE COCCIÓN
Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE TALLARINES A PARTIR
DE HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.)
Y QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)”

Denisse Jessica Ccasa Pacompia

Magaly Marianela Paricahua Quisocala

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Asesora: D. Sc. Elizabeth Huanatico Suarez

Co-asesor: M. Sc. Adaliht Jhony Arisaca Parillo

Juliaca, 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Ccasa, D. y Paricahua, M. (2024). *Propiedades físicas, reológicas, calidad de cocción y capacidad antioxidante de tallarines a partir de harina de oca (Oxalis tuberosa Mol.) y quinua (Chenopodium quinua Willd.)*. [Tesis de pregrado en Ingeniería, Universidad Nacional de Juliaca]. Juliaca

AUTORES: Denisse Jessica Ccasa Pacompia

Magaly Marianela Paricahua Quisocala

TÍTULO: Propiedades físicas, reológicas, calidad de cocción y capacidad antioxidante de tallarines a partir de harina de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) y quinua (*Chenopodium quinua* Willd.).

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2024

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (217 pp)

NOTA: Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias – Universidad Nacional de Juliaca

CÓDIGO: 03-000031-03/P26

NOTA: Incluye bibliografía

ASESORA: D. Sc. Elizabeth Huanatico Suarez

CO-ASESOR: M. Sc. Adaliht Jhony Arisaca Parillo

PALABRAS CLAVES: Pasta, oca, quinua, calidad de cocción, capacidad antioxidante, propiedades reológicas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS
“PROPIEDADES FÍSICAS, REOLÓGICAS, CALIDAD DE COCCIÓN
Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE TALLARINES A PARTIR
DE HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.) Y
QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentada por:

DENISSE JESSICA CCASA PACOMPIA
MAGALY MARIANELA PARICAHUA QUISOCALA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Julio Machaca Yana

PRESIDENTE DE JURADO

M. Sc. Lenin Quille Quille

JURADO (Secretario)

M. Sc. Roger Gomez Mamani

JURADO (Vocal)

D.Sc. Elizabeth Huanatico Suarez
ASESOR DE TESIS

2° MIEMBRO

3° MIEMBRO

M.Sc. Adaliht Jhony Arisaca Parillo
CO-ASESOR DE TESIS

DEDICATORIA

A nuestros padres, quienes siempre han sido nuestro mayor apoyo y fuente de inspiración. A nuestras hermanas, por su constante ánimo y comprensión. Sin su amor incondicional y aliento, este logro no habría sido posible. A todos los profesores que han compartido su sabiduría con nosotras y han guiado nuestro camino académico. A nuestros mentores, cuyo consejo experto y estímulo han impulsado a alcanzar nuevas alturas en este viaje de aprendizaje.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a la Universidad Nacional de Juliaca, por habernos permitido formarnos como profesionales de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

Agradecemos con profunda gratitud a nuestros asesores por su orientación experta, paciencia y apoyo constante a lo largo de este proyecto. Sus conocimientos y dedicación fueron fundamentales para el desarrollo y éxito de esta investigación.

Agradecemos sinceramente a todos los colaboradores y participantes que generosamente compartieron su tiempo, conocimientos y experiencias para hacer posible este estudio. Su contribución fue invaluable y es fundamental para el alcance de los resultados.

Por último, pero no menos importante, queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a nuestras familias por su amor incondicional, comprensión y sacrificio. Su constante apoyo emocional y moral fueron la piedra angular sobre la cual construimos este logro.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxii
RESUMEN	xxiv
ABSTRAC	xxv
INTRODUCCIÓN	xxvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1. Pregunta general.....	2
1.1.2. Preguntas específicas.....	2
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	ANTECEDENTES.....	5
2.2.	OCA (<i>Oxalis tuberosa</i> Mol.).....	7
2.2.1.	Generalidades.....	7
2.2.2.	Clasificación taxonómica.....	9
2.2.3.	Composición nutricional.....	9
2.2.4.	Beneficios.....	10
2.3.	QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.).....	10
2.3.1.	Generalidades.....	10
2.3.2.	Estructura y composición de nutrientes del grano de quinua.....	11
2.3.3.	Variedades de quinua.....	13
2.3.4.	Molienda de grano de quinua.....	15
2.3.5.	Beneficios.....	19
2.4.	PASTAS ALIMENTICIAS.....	20
2.4.1.	Origen de las pastas.....	20
2.4.2.	Producción y consumo mundial de pasta.....	20
2.4.3.	Generalidades.....	20
2.4.4.	Tipos de pasta.....	21
2.4.5.	Clasificación de las pastas.....	22
2.4.6.	Valor nutricional de la pasta.....	23
2.5.	COMPLEMENTOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE PASTAS.....	25
2.5.1.	Agua.....	25
2.5.2.	Hidrocoloides.....	25

2.5.3.	Sal.....	27
2.5.4.	Huevo.....	27
2.5.5.	Otras materias primas.....	27
2.5.6.	Materias primas no convencionales.....	27
2.6.	PRUEBAS DE CALIDAD DE LA PASTA.....	28
2.6.1.	Distribución de tamaño de partícula.....	28
2.6.2.	Color.....	28
2.6.3.	Textura.....	29
2.6.4.	Calidad de cocción.....	30
2.6.5.	Normativa para pastas alimenticias de acuerdo a la NTP 206.010.....	30
2.7.	REOLOGÍA.....	31
2.8.	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	32
2.9.	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	34

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	ÁMBITOS DE ESTUDIO.....	36
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRAS.....	36
3.3.	MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	37
3.3.1.	Materiales de laboratorio y utensilios.....	37
3.3.2.	Equipos.....	37
3.3.3.	Reactivos.....	38
3.4.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.4.1.	Metodología para la obtención de harina de las materias primas (oca Ke'ny, quinua INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA).....	39

3.4.2.	Metodología para la elaboración de tallarines a partir de oca y 2 variedades quinua INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA.....	42
3.5.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL POR OBJETIVOS.....	44
3.5.1.	Para el objetivo 1.....	44
3.5.2.	Para el objetivo 2.....	54
3.5.3.	Para el objetivo 3.....	56
3.6.	HIPÓTESIS.....	60
3.6.1.	Hipótesis general.....	60
3.6.2.	Hipótesis específicas.....	60

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LA MATERIA PRIMA.....	61
4.2.	DETERMINACIÓN DE LAS MEZCLAS ADECUADAS DE HARINA DE OCA DE LA VARIEDAD K'ENY Y HARINA DE QUINUA DE LAS VARIEDADES INIA 420 NEGRA COLLANA Y SALCEDO INIA PARA LA ELABORACIÓN DE TALLARINES EN FUNCIÓN A LA COMPOSICIÓN QUIMICO PROXIMAL, PARA LUEGO EVALUAR LA CALIDAD DE COCCIÓN, COLOR, TEXTURA, HUMEDAD Y ACIDEZ.....	62
4.2.1.	Calidad de cocción.....	62
4.2.2.	Color y textura.....	67
4.2.3.	Humedad y acidez titulable.....	74
4.3.	CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LOS TALLARINES CON HARINA DE OCA DE LA VARIEDAD K'ENY Y HARINA DE QUINUA DE LAS VARIEDADES INIA 420 NEGRA COLLANA Y SALCEDO INIA DE LAS 3 MUESTRAS CON MEJORES PROPIEDADES DEL OBJETIVO 1.....	76

4.3.1.	Evaluación sensorial.....	76
4.4.	COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL, CONTENIDO DE MICRONUTRIENTES (CALCIO Y LITIO), CONTENIDO DE GLUTEN, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LOS TALLARINES CON HARINA DE OCA DE LA VARIEDAD K'ENY Y HARINA DE QUINUA DE LAS VARIEDADES INIA 420 NEGRA COLLANA Y SALCEDO INIA DE LAS 3 MUESTRAS CON MEJORES PROPIEDADES EN EL OBJETIVO 1.....	77
4.4.1.	Composición químico proximal y contenido de micronutrientes.....	77
4.4.2.	Capacidad antioxidante.....	80
4.4.3.	Propiedades reológicas.....	81

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES.....	84
5.2.	RECOMENDACIONES.....	85
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
	ANEXOS.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Composición química proximal de O. tuberosa cuando está fresca, expuesta a la luz solar y deshidratada.....	9
Tabla 2:	Composición químico proximal y nutricional de la quinua y algunos cereales y leguminosas (g/100 g de peso seco).....	12
Tabla 3:	Composición fisico-química de la quinua INIA 420 Negra Collana.	13
Tabla 4:	Composición físico-química de la quinua Salcedo INIA.....	14
Tabla 5:	Requisitos fisicoquímicos para la harina de quinua.....	15
Tabla 6:	Propiedades de molienda del grano de quinua en seco.....	16
Tabla 7:	Valores nutricionales de los diferentes tipos de pasta por producto de 100 g.....	24
Tabla 8:	Efecto de hidrocoloides en pastas libre de gluten.....	26
Tabla 9:	Requisitos físicoquímicos que deben cumplir las pastas.....	31
Tabla 10:	Requisitos microbiológicos para pastas secos.....	31
Tabla 11:	Matriz de diseño Simplex Lattice.....	46
Tabla 12:	Composición de los componentes principales para la elaboración de tallarines.....	47
Tabla 13:	componentes principales.....	48
Tabla 14:	Restricciones con los límites máximos y mínimos.....	49
Tabla 15:	Formulaciones óptimas para la producción de tallarines.....	50
Tabla 16:	Composición proximal de harina de oca K'eny y harina de quinua variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA.....	61
Tabla 17:	Resultados de la calidad de cocción de los tallarines de harina de oca y quinua.....	62

Tabla 18:	Resultados del color de los tallarines de harina de oca y quinua en seco.....	67
Tabla 19:	Resultados de la textura de los tallarines de harina de oca y quinua cocido.....	69
Tabla 20:	Resultados de la humedad y acidez de los tallarines de harina de oca y quinua en seco.....	74
Tabla 21:	Composición químico proximal, contenido de micronutrientes y contenido de gluten de los mejores formulaciones de tallarines con harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 negra Collana y Salcedo INIA.....	77
Tabla 22:	Capacidad antioxidante de los 3 mejores formulaciones de tallarines de harina de oca y quinua.....	80
Tabla 23:	Anova para tiempo de cocción por formulaciones.....	120
Tabla 24:	Medias para tiempo de cocción por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	120
Tabla 25:	Pruebas de múltiple rangos para tiempo de cocción por formulaciones.....	120
Tabla 26:	Anova para agua absorbida por formulaciones.....	121
Tabla 27:	Medias para agua abs. por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	122
Tabla 28:	Pruebas de múltiple rangos para agua absorbida por formulaciones.	122
Tabla 29:	Anova para aumento volumen por formulaciones.....	123
Tabla 30:	Medias para aumento volumen por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	123

Tabla 31:	Pruebas de múltiple rangos para aumento volumen por formulaciones.....	124
Tabla 32:	Anova para pérdida sólidos por formulaciones.....	125
Tabla 33:	Medias para pérdida sólidos por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	125
Tabla 34:	Pruebas de Múltiple rangos para pérdida sólidos por formulaciones.	125
Tabla 35:	Anova para luminosidad por formulaciones.....	127
Tabla 36:	Medias para luminosidad por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	127
Tabla 37:	Pruebas de Múltiple rangos para luminosidad por formulaciones....	127
Tabla 38:	Anova para a* por formulaciones.....	128
Tabla 39:	Medias para a* por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	129
Tabla 40:	Pruebas de Múltiple Rangos para a* por formulaciones.....	129
Tabla 41:	ANOVA para b* por FORMULACIONES.....	130
Tabla 42:	Medias para b* por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	130
Tabla 43:	Pruebas de Múltiple Rangos para b* por formulaciones.....	131
Tabla 44:	Anova para Chroma por formulaciones.....	132
Tabla 45:	Medias para Chroma por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	132
Tabla 46:	Pruebas de Múltiple Rangos para Chroma por formulaciones.....	132
Tabla 47:	Anova para dureza por formulaciones.....	134
Tabla 48:	Medias para dureza por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	134

Tabla 49:	Pruebas de Múltiple Rangos para dureza por formulaciones.....	134
Tabla 50:	Anova para cohesividad por formulaciones.....	135
Tabla 51:	Medias para cohesividad por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	136
Tabla 52:	Pruebas de Múltiple Rangos para cohesividad por formulaciones...	136
Tabla 53:	Anova para elasticidad por formulaciones.....	137
Tabla 54:	Medias para elasticidad por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	137
Tabla 55:	Pruebas de Múltiple Rangos para elasticidad por formulaciones.....	138
Tabla 56:	Anova para masticabilidad por formulaciones.....	139
Tabla 57:	Medias para masticabilidad por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	139
Tabla 58:	Pruebas de múltiple rangos para masticabilidad por formulaciones..	139
Tabla 59:	Anova para gomosidad por formulaciones.....	140
Tabla 60:	Medias para gomosidad por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	141
Tabla 61:	Pruebas de Múltiple Rangos para gomosidad por formulaciones....	141
Tabla 62:	Anova para humedad por formulaciones.....	143
Tabla 63:	Anova para acidez por formulaciones.....	143
Tabla 64:	Medias para acidez por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	143
Tabla 65:	Pruebas de Múltiple Rangos para acidez por formulaciones.....	144
Tabla 66:	Optimización de respuestas de las variables respuesta.....	145
Tabla 67:	Soluciones de todos los formulaciones.....	145

Tabla 68:	Análisis de Varianza para apariencia general - Suma de Cuadrados Tipo III.....	147
Tabla 69:	Pruebas de Múltiple Rangos para apariencia general por consumidores.....	147
Tabla 70:	Prueba de Friedman; apariencia general vs formulaciones bloqueado por consumidores.....	149
Tabla 71:	Análisis de Varianza para olor - Suma de Cuadrados Tipo III.....	149
Tabla 72:	Pruebas de Múltiple Rangos para olor por BLOQUE.....	150
Tabla 73:	Prueba de Friedman; olor vs. formulaciones bloqueado por consumidores.....	152
Tabla 74:	Análisis de Varianza para color - Suma de Cuadrados Tipo III.....	152
Tabla 75:	Pruebas de Múltiple Rangos para color por BLOQUE.....	152
Tabla 76:	Prueba de Friedman: color vs. formulaciones bloqueado por consumidores.....	154
Tabla 77:	Análisis de Varianza para sabor - Suma de Cuadrados Tipo III.....	154
Tabla 78:	Pruebas de Múltiple Rangos para sabor por BLOQUE.....	155
Tabla 79:	Prueba de Friedman; sabor vs formulaciones bloqueado por consumidores.....	157
Tabla 80:	Análisis de Varianza para textura - Suma de Cuadrados Tipo III.....	157
Tabla 81:	Pruebas de Múltiple Rangos para textura por BLOQUE.....	157
Tabla 82:	Prueba de Friedman: textura vs. formulaciones bloqueado por consumidores.....	159
Tabla 83:	ANOVA para Energía por formulaciones.....	160
Tabla 84:	ANOVA para Humedad por formulaciones.....	160
Tabla 85:	Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad por formulaciones.....	160

Tabla 86:	ANOVA para Proteína por formulaciones.....	161
Tabla 87:	Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína por formulaciones.....	161
Tabla 88:	ANOVA para Grasa por formulaciones.....	162
Tabla 89:	Pruebas de Múltiple Rangos para Grasa por formulaciones.....	162
Tabla 90:	ANOVA para Fibra cruda por formulaciones.....	163
Tabla 91:	Pruebas de Múltiple Rangos para Fibra cruda por formulaciones.....	163
Tabla 92:	ANOVA para Carbohidratos por formulaciones.....	164
Tabla 93:	ANOVA para Cenizas por formulaciones.....	164
Tabla 94:	ANOVA para Calcio por formulaciones.....	165
Tabla 95:	Pruebas de Múltiple Rangos para Calcio por formulaciones.....	165
Tabla 96:	ANOVA para Litio por formulaciones.....	166
Tabla 97:	Pruebas de Múltiple Rangos para Litio por formulaciones.....	166
Tabla 98:	ANOVA para Capacidad Antioxidante por Formulaciones.....	167
Tabla 99:	Medias para Capacidad Antioxidante por Formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.....	167
Tabla 100:	Pruebas de Múltiple Rangos para Cap. Antioxidante por Formulaciones.....	167
Tabla 101:	Optimización de respuestas de las variables respuesta.....	169
Tabla 102:	Soluciones de todos las formulaciones.....	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Estructura de la amilosa.....	18
Figura 2:	Estructura de la amilopectina.....	19
Figura 3:	CIE L*a*b color space diagram.....	29
Figura 4:	Relación entre antioxidantes y radicales libres	33
Figura 5:	Estructura y sustituyentes de las antocianinas.....	34
Figura 6:	Flujograma de flujo para la obtención de harina de oca K'eny.....	39
Figura 7:	Flujograma de flujo para la obtención de harina de quinua.....	41
Figura 8:	Diagrama del proceso de elaboración del Tallarín.....	43
Figura 9:	Diagrama experimental para la elaboración de tallarines.....	45
Figura 10:	Gráfico del diseño mezclas Simplex Lattice con la región de puntos Simplex óptimos para la producción de tallarines.....	50
Figura 11:	Diagrama experimental para la elaboración de tallarines.....	55
Figura 12:	Diagrama experimental para la elaboración de tallarines.....	57
Figura 13:	Aceptación sensorial de los 3 mejores formulaciones de 5 atributos en tallarines cocidos. Los valores corresponden al promedio de n = 100.....	76
Figura 14:	Módulo de elasticidad (G') de tallarines con harina de oca y quinua (INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA).....	82
Figura 15:	Módulo de pérdida (G'') de tallarines con harina de oca y quinua (INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA).....	82
Figura 16:	Recepción y lavado de la oca variedad K'eny.....	105
Figura 17:	Rodajado de la oca variedad K'eny.....	105
Figura 18:	Secado y molienda de la oca variedad K'eny.....	105

Figura 19:	Recepción de la quinua (variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA).....	106
Figura 20:	Limpieza y lavado de la quinua.....	106
Figura 21:	Secado de la quinua (variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA).....	106
Figura 22:	Molido, pesado y embolsado de la harina de quinua.....	107
Figura 23:	Proceso de tamizado de la harina de oca y quinua en un tamizador Retsch AS 200 Control.....	107
Figura 24:	Recepción y formulación de los ingredientes.....	108
Figura 25:	Pesado de los ingredientes de acuerdo a las formulaciones.....	108
Figura 26:	Mezclado de los ingredientes y amasado de la masa.....	108
Figura 27:	Proceso de laminado.....	109
Figura 28:	Proceso de trefilado, oreado y secado.....	109
Figura 29:	Proceso de enfriado y envasado.....	109
Figura 30:	Control del tiempo y temperatura de cocción.....	110
Figura 31:	Control de la desaparición del núcleo opaco de los tallarines.....	110
Figura 32:	Pesado y cocción de los tallarines según el tiempo óptimo de cocción.....	111
Figura 33:	Absorción de agua de las muestras de tallarines.....	111
Figura 34:	Cocción de las muestras y precipitación del agua de cocción.....	112
Figura 35:	Secado y pesado de la sedimentación del agua de cocción.....	112
Figura 36:	Medición longitudinal y transversal de los tallarines.....	113
Figura 37:	Calibración del espectrofotómetro.....	114
Figura 38:	Captura de color de las muestras.....	114
Figura 39:	Calibración del texturómetro para la realización de las pruebas....	115

Figura 40:	Preparación de las muestras de tallarines.....	116
Figura 41:	Los formulaciones en la estufa por 2 horas a 105 °C.....	116
Figura 42:	Extracción de las muestras y pesado de los formulaciones.....	116
Figura 43:	Preparación de las muestras de tallarines.....	117
Figura 44:	Filtrado para el proceso de titulación de las muestras.....	117
Figura 45:	Extracción y adición de fenolftaleína en las muestras.....	117
Figura 46:	Proceso de tituable de cada muestra de tallarín.....	118
Figura 47:	Calibración del reómetro Anton Paar MCR 72.....	119
Figura 48:	Preparación de la muestra y calibración TROLOX.....	119
Figura 49:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Tiempo de cocción.....	121
Figura 50:	Gráfico caja y bigotes de Tiempo de cocción.....	121
Figura 51:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de % Agua absorbida.....	122
Figura 52:	Gráfico caja y bigotes de % Agua absorbida.....	123
Figura 53:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Aumento de volumen.....	124
Figura 54:	Gráfico caja y bigotes de Aumento de volumen.....	124
Figura 55:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de % Pérdida de sólidos.....	126
Figura 56:	Gráfico caja y bigotes del % Pérdida de sólidos.....	126
Figura 57:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Color - Luminosidad.....	128
Figura 58:	Gráfica caja y bigotes de color - Luminosidad.....	128
Figura 59:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de valor de a*.....	129
Figura 60:	Gráfica caja y bigotes de valor de a*.....	130
Figura 61:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Valor de b*.....	131
Figura 62:	Gráfico caja y bigotes de Valor de b*.....	131
Figura 63:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Chroma.....	133
Figura 64:	Gráfico caja y bigotes de Chroma.....	133

Figura 65:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Dureza.....	135
Figura 66:	Gráfica caja y bigotes de Dureza.....	135
Figura 67:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Cohesividad.....	136
Figura 68:	Gráfico caja y bigotes de Cohesividad.....	137
Figura 69:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Elasticidad.....	138
Figura 70:	Gráfico caja y bigotes de Elasticidad.....	138
Figura 71:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Masticabilidad.....	140
Figura 72:	Gráfico caja y bigotes de Masticabilidad.....	140
Figura 73:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Gomosidad.....	141
Figura 74:	Gráfico caja y bigotes de Gomosidad.....	142
Figura 75:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Acidez.....	144
Figura 76:	Gráfico caja y bigotes de Acidez.....	144
Figura 77:	Grafica de optimización para el mejor tratamiento.....	146
Figura 78 :	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de apariencia general.....	149
Figura 79:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de olor.....	151
Figura 80:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de color.....	154
Figura 81:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de sabor.....	156
Figura 82:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de textura.....	159
Figura 83:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de humedad.....	161
Figura 84:	Gráfico caja y bigotes de humedad.....	161
Figura 85:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de proteína.....	162
Figura 86:	Gráfico caja y bigotes de proteína.....	162
Figura 87:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de grasa.....	163
Figura 88:	Gráfico caja y bigotes de grasa.....	163
Figura 89:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de fibra cruda.....	164

Figura 90:	Gráfico caja y bigotes de fibra cruda.....	164
Figura 91:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de calcio.....	165
Figura 92:	Gráfico caja y bigotes de calcio.....	165
Figura 93:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de litio.....	166
Figura 94:	Gráfico caja y bigotes de litio.....	166
Figura 95:	Medias y 95.0 % de Tukey HSD de capacidad antioxidante.....	168
Figura 96:	Gráfico caja y bigotes de capacidad antioxidante.....	168
Figura 97:	Grafica de optimización del mejor tratamiento.....	169
Figura 98:	Resultados de la composición proximal de la harina oca K'eny....	170
Figura 99:	Resultados de los micronutrientes de la harina oca K'eny.....	171
Figura 100:	Resultados de los micronutrientes de la harina oca K'eny.....	172
Figura 101:	Resultados de los micronutrientes de la harina quinua Salcedo INIA.....	173
Figura 102:	Resultados de la composición proximal de la harina de quinua INIA 420 Negra Collana.....	174
Figura 103:	Resultados de los micronutrientes de la harina de quinua INIA 420 Negra Collana.....	175
Figura 104:	Resultados de la composición proximal del tratamiento F3.....	176
Figura 105:	Resultados de los micronutrientes del tratamiento F3.....	177
Figura 106:	Resultados de la composición proximal del tratamiento F4.....	178
Figura 107:	Resultados de los micronutrientes del tratamiento F4.....	179
Figura 108:	Resultados de la composición proximal del tratamiento F5.....	180
Figura 109:	Resultados de los micronutrientes del tratamiento F5.....	181
Figura 110:	Resultados de la capacidad antioxidante de los formulaciones F3, F4 y F5.....	182

Figura 111: Ficha de evaluación sensorial.....	183
Figura 112: Resultado de análisis de gluten en el tratamiento F3.....	188
Figura 113: Resultado de análisis de gluten en el tratamiento F4.....	188
Figura 114: Resultado de análisis de gluten en el tratamiento F5.....	189

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Fotografías del proceso de obtención de la harina de oca variedad K'eny.....	105
Anexo 2.	Proceso de obtención de harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA.....	106
Anexo 3.	Fotografías del proceso de elaboración de los tallarines de harina de oca K'eny y harina de quinua INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA.....	108
Anexo 4.	Fotografías de la determinación del tiempo óptimo de cocción de tallarines.....	110
Anexo 5.	Fotografías de la determinación de la absorción de agua.....	111
Anexo 6.	Fotografías de la determinación de pérdida de sólidos.....	112
Anexo 7.	Fotografías de la determinación de Aumento de volumen.....	113
Anexo 8.	Medición del color de los tallarines con Espectrofotómetro Konica minolta.....	114
Anexo 9.	Fotografías de la determinación de textura en los tallarines con un Dinamómetro Instron.....	115
Anexo 10.	Fotografías de la determinación de humedad (%).....	116
Anexo 11.	Fotografías de la determinación de acidez titulable.....	117
Anexo 12.	Fotografías de las Propiedades reológicas de los tallarines.....	119
Anexo 13.	Fotografías de la determinación de la capacidad antioxidante.....	119
Anexo 14.	Datos estadísticos de anova de calidad de cocción.....	120
Anexo 15.	Datos estadísticos de anova de color.....	127
Anexo 16.	Datos estadísticos de anova de textura.....	134
Anexo 17.	Datos estadísticos de anova de Humedad y acidez.....	143
Anexo 18.	Determinación de respuestas del objetivo 1.....	145
Anexo 19.	Datos estadísticos de anova de la evaluación sensorial.....	147
Anexo 20.	Datos estadísticos de anova de la Composición proximal de los tres mejores formulaciones.....	160

Anexo 21.	Datos estadísticos de anova de capacidad antioxidante de los 3 formulaciones.....	167
Anexo 22.	Determinación de respuesta del objetivo 3.....	169
Anexo 23.	Resultados de evaluación de tallarines.....	170
Anexo 24.	Ficha de evaluación sensorial.....	183
Anexo 25.	Balance de materia.....	184
Anexo 26.	Balance de energía.....	186
Anexo 27.	Análisis de gluten en tallarines.....	188

RESUMEN

La creciente demanda de pastas libres de gluten a llevado a numerosas investigaciones para el desarrollo de nuevas alternativas de pastas, empleando productos andinos con alto contenido nutricional. El objetivo de la investigación fue evaluar la mezcla óptima de tallarines a partir de harina de oca variedad K'eny y quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA en base a la calidad de cocción, color, textura, humedad, acidez titulable, evaluación sensorial, composición proximal, capacidad antioxidante, propiedades reológicas y contenido de gluten. Para ello, se determinaron las formulaciones óptimas mediante un diseño de mezclas Simplex Lattice de puntos centrales con optimización lineal, obteniéndose siete formulaciones que fueron evaluados en base a la calidad de cocción, color, textura, humedad y acidez titulable, donde estadísticamente según el Anova y optimización de respuestas, los formulaciones F3, F4 y F5 presentaron una deseabilidad compuesta de 54%, 44% y 44% respectivamente. Posteriormente, se realizó la evaluación sensorial, análisis de composición fisicoquímica, contenido de micronutrientes (calcio y litio), capacidad antioxidante, propiedades reológicas y contenido de gluten a las tres mejores formulaciones (F3, F4 y F5) del objetivo 1. La evaluación sensorial se realizó en jueces de tipo consumidor, resultando ser aceptables al no encontrarse diferencias significativas. Finalmente, el análisis fisicoquímico de las tres formulaciones, se encontraron en un rango de 10.04 a 11.11% humedad, 18.70 a 19.11% proteína, 0.43 a 0.70% grasa, 1.58 a 1.94% fibra cruda, 66.49 a 67.15% carbohidratos, 2.99 a 3.26% cenizas, 678.91 a 736.31 mg/Kg calcio, 0.14 a 0.17 mg/Kg litio, 42.30 a 51.9% capacidad antioxidante, propiedad reológica $G' > G''$ y sin presencia de gluten. Se concluye que la formulación F4 presenta mejores propiedades físicas, reológicas, calidad de cocción y capacidad antioxidante.

Palabras clave: Pasta, oca, quinua, calidad de cocción, capacidad antioxidante, propiedades reológicas.

ABSTRAC

The growing demand for gluten-free pastas has led to numerous investigations for the development of new pasta alternatives, using Andean products with high nutritional content. The objective of this research was to evaluate the optimal mix of pasta made from K'eny variety oca flour and INIA 420 Negra Collana and Salcedo INIA quinoa varieties based on cooking quality, color, texture, moisture, titratable acidity, sensory evaluation, proximal composition, antioxidant capacity, rheological properties and gluten content. For this purpose, the optimal formulations were determined using a Simplex Lattice mixture design of central points with linear optimization, obtaining seven formulations that were evaluated based on cooking quality, color, texture, moisture and titratable acidity, where statistically according to the Anova and optimization of responses, formulations F3, F4 and F5 presented a composite desirability of 54%, 44% and 44%, respectively. Subsequently, sensory evaluation, physicochemical composition analysis, micronutrient content (calcium and lithium), antioxidant capacity, rheological properties and gluten content to the three best formulations (F3, F4 and F5) of objective 1. The sensory evaluation was performed on consumer-type judges, and the results were acceptable since no significant differences were found. Finally, the physicochemical composition analysis of the three formulations was found to be in a range of 10.04 to 11.11% moisture, 18.70 to 19.11% protein, 0.43 to 0.70% fat, 1.58 to 1.94% crude fiber, 66.49 to 67.15% carbohydrates, 2.99 to 3.26% ash, 678.91 to 736.31 mg/kg calcium, 0.14 to 0.17 mg/kg lithium, 42.30 to 51.9% antioxidant capacity, rheological property $G' > G''$ and gluten-free. It is concluded that the F4 formulation presents better physical and rheological properties, cooking quality and antioxidant capacity.

Keywords: Pasta, oca, quinoa, cooking quality, antioxidant capacity, rheological properties.

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda continua por mejorar la calidad de vida (Plaza-Torres *et al.*, 2022) y la salud alimentaria (Nguyen *et al.*, 2021), llegó al interés de la sociedad por consumir alimentos saludables, ya que, hubo una creciente preocupación sobre la salud y el bienestar de los consumidores, centrándose en productos naturales, libres de gluten (pastas) (Sae *et al.*, 2022) y con alto valor nutricional (Binaghi *et al.*, 2019).

El consumo de pasta está aumentando en todo el mundo debido a su fácil preparación, conveniencia, palatabilidad y larga vida útil (Çalışkan Koç y Pandiselvam, 2022); sin embargo, la industria de la pasta ha introducido en el mercado nuevas formulaciones para responder a las necesidades nutricionales de salud de los consumidores (Diantom *et al.*, 2019).

En este contexto, alimentos como los tubérculos (oca, mashua, olluco, papa); cereales (arroz, trigo sarraceno) y productos alimentarios sin gluten han emergido como protagonistas destacados en la alimentación, debido a sus propiedades nutricionales y el potencial para abordar necesidades dietéticas específicas mejorando la calidad de vida. (Kaur *et al.*, 2024; Park y Kim, 2023; Scarton y Clerici, 2022). Asu vez, tenemos a los granos andinos (quinua, amaranto, entre otros) que son ampliamente conocidos y preferidos como alimentos libres de gluten.

La oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), es un tubérculo originario de los Andes, especialmente de la región andina de Sudamérica (Ore Areche *et al.*, 2020). Este alimento es altamente nutritivo, rico en carbohidratos, vitamina C y minerales como el potasio y el hierro. Además, es una fuente importante de antioxidantes y fibra dietética. Cuya piel puede ser morado, rojo, rosa y amarillo, en la que se encontró una cantidad de fructooligosacáridos importantes como sustrato en la microbiota intestinal (Jimenez *et al.*, 2015). El tubérculo de oca de color rosado contiene antocianinas (Chirinos *et al.*, 2009). Los compuestos fenólicos presentes en la oca ofrecen importantes propiedades sensoriales, responsables del color, sabor y gusto, también podrían desempeñar un papel clave en la prevención de diversas enfermedades asociadas al estrés oxidativo (Tsao y Deng, 2004).

Por otro lado, la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es ampliamente preferido en la dieta sin gluten y en la producción de alimentos procesados sin gluten (Çalışkan Koç y Pandiselvam, 2022) ; en este sentido, el uso de la quinua en la nutrición humana ha sido reconocido por la FAO como un importante cultivo alimentario, cuyos granos son

altamente nutritivos como fuente de proteínas, particularmente ricos en aminoácidos esenciales, como la lisina y la metionina (Gaikwad *et al.*, 2021), además de minerales como hierro y magnesio, vitaminas, ácidos grasos y antioxidantes que pueden hacer una fuerte contribución a la nutrición humana (Mohammad *et al.*, 2017). Diversos estudios han encontrado que la quinua por su rica composición nutricional interviene beneficiosamente en la prevención de enfermedades cardiovasculares como protectores contra diferentes enfermedades, particularmente diabetes, obesidad y enfermedades inflamatorias; considerando las semillas de quinua como un alimento funcional además de ser naturalmente libre de gluten (Pereira *et al.*, 2019).

Actualmente, la atención de los productores y consumidores se centró en productos libres de gluten, pero ahora también es importante el valor nutricional (Binaghi *et al.*, 2019). Muchos estudios indican deficiencias nutricionales en personas con una dieta rigurosa libre de gluten, por lo que, buscan materias primas libre de gluten menos populares (Vici *et al.*, 2016) que pueden mejorar la calidad nutricional de su dieta. Así mismo, la pasta sin gluten ha ganado popularidad como una alternativa saludable y accesible para quienes tienen intolerancia al gluten o padecen enfermedad celíaca, ofreciendo una opción versátil y deliciosa. Ya que, la enfermedad celiaca es un trastorno autoinmunitario en el que los anticuerpos de los pacientes reaccionan al gluten que consumen (De la Calle *et al.*, 2020) La prevalencia es de aproximadamente al 1 % de la población general, aunque los índices de diagnóstico están aumentando (Lebwohl *et al.*, 2018). También se presentan irregularidades en el metabolismo de nuestro cuerpo debido a la tiroides (Dahiya *et al.*, 2022) estos trastornos tiroideos afectan a millones de personas en el mundo (Schneider *et al.*, 2023) para esto se requieren consideraciones dietéticas específicas y así controlar su salud de forma efectiva (Hosen *et al.*, 2023) el equilibrio en una dieta nutritiva apoya la función tiroidea y el bienestar en general (Dahiya *et al.*, 2022), (Cunningham, 2012) es así que autores mencionan que una dieta sin gluten contribuye con mejoras a las anomalías de la tiroides (Passali *et al.*, 2020), (Krysiak *et al.*, 2019) .

Uno de los aspectos más importantes de la investigación de alimentos funcionales es examinar las propiedades de los componentes activos naturales (como los antioxidantes) en extractos derivados de fuentes alimenticias particulares (Bekele y Admassu Emire, 2023). Por lo tanto, se ha observado una tendencia hacia la creación de pastas alimenticias fortificadas sin gluten con fuentes de alto valor proteico y vitamínico, siendo necesario el desarrollo de recetas saludables, adecuadas y sabrosas, utilizando harinas nuevas y

alternativas para elaborar tallarines tanto en la producción casera como en la industrial, considerando que los consumidores son muy exigentes con los requisitos de calidad y no aceptan fácilmente la variabilidad en el producto; por ende, es necesario abordar los rasgos composicionales y funcionales de las materias primas (Cordelino *et al.*, 2019) así como incluir en formulaciones los hidrocoloides utilizados en la industria alimentaria por sus muy importantes propiedades viscoelásticas, que también podrían usarse para imitar las propiedades del gluten y formar una textura elástica y firme de la pasta (Mudgil *et al.*, 2016).

En general, seguir una dieta sin gluten resulta en diversas deficiencias de nutrientes. Por esta razón, el desarrollo de formulaciones de pasta sin gluten nutritivas es crucial, (Çalışkan Koç y Pandiselvam, 2022). Por tal motivo, el objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la mezcla adecuada de los tallarines elaborados con harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA en base a la calidad de cocción, atributos de calidad, humedad, acidez titulable, evaluación sensorial, contenido de micronutrientes, capacidad antioxidante, propiedades reológicas y contenido de gluten.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, la demanda de productos sin gluten va en aumento, evidenciando el interés de los consumidores por conocer el origen de las materias primas, los vínculos entre la calidad y el valor nutricional de los alimentos procesados obtenidos mediante diferentes métodos (Wójtowicz *et al.*, 2020). Además, que la enfermedad celíaca es una enfermedad autoinmune mundial, en la que los anticuerpos de los pacientes reaccionan contra el gluten que ingieren en la dieta, causando inflamación y aplanamiento del intestino delgado después de la ingestión ocasionando complicaciones agudas y a largo plazo (Bozorg *et al.*, 2024; De la Calle *et al.*, 2020; Qashqari *et al.*, 2024). Una dieta estricta sin gluten es la única cura para estas dolencias (Jain *et al.*, 2024). La prevalencia ponderada de enfermedad celiaca en el Perú en una población de 341, 783 es del 1.2 % (Baldera *et al.*, 2020). Asu vez, alrededor del 0,35 % al 1 % tienen enfermedad celíaca y entre el 1 y el 3 % tienen otros trastornos del gluten (Arámburo-Gálvez *et al.*, 2020). También tenemos personas que presentan irregularidades en el metabolismo del cuerpo debido a los niveles de la hormona tiroidea (Dahiya *et al.*, 2022), autores mencionan que una dieta sin gluten contribuye con mejoras a las anomalías de la tiroides (Passali *et al.*, 2020), (Krysiak *et al.*, 2019) .El aumento del número de pacientes con enfermedad celíaca, reacciones alérgicas a los alimentos y proteínas alimentarias ha generado una gran demanda de productos sin gluten (Sahin *et al.*, 2024).

No obstante, en la sociedad moderna, la mayoría de las personas confían en los productos sin gluten al investigar y comprender los beneficios para la salud. A pesar de sus beneficios, la dieta libre de gluten también enfrenta desafíos en términos de funcionalidad, reología y nutrición (Singla *et al.*, 2024). Por otro lado, los consumidores muestran una creciente preocupación por consumir productos que aporten los nutrientes necesarios para evitar enfermedades nutricionales y promover un estado de bienestar físico y mental (López y Morales, 2020). Por lo tanto, se ha observado una tendencia

hacia el desarrollo de pastas alimenticias sin gluten fortificadas con fuentes proteicas y vitamínicas de alto valor (Mastromatteo, 2012).

Esta problemática lleva a una mayor demanda de productos libres de gluten; entre estos se encuentran las pastas, por lo que, una alternativa nutritiva es incorporar en la formulación ingredientes no tradicionales como harinas elaboradas a partir de productos vegetales, las que además de ser libres de gluten, pueden aportar proteínas y compuestos bioactivos (Aydin, 2015). Es así, que los productos alto andinos como la oca y quinua se convierten en fuentes ricas en macronutrientes, micronutrientes y antioxidantes. Por ello, el presente trabajo de investigación busca dar como alternativa, una pasta con harina de oca y harina de quinua, en base a la calidad de cocción, color, textura, evaluación sensorial, contenido de micronutrientes (calcio y litio), capacidad antioxidante, propiedades reológicas y contenido de gluten; obteniéndose una pasta con alto valor nutricional, es por eso, que se formularon las siguientes preguntas:

1.1.1. Pregunta general

- ¿Cuál es la mezcla adecuada de los tallarines elaborados con harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA en base a la calidad de cocción, atributos de calidad, humedad, acidez titulable, evaluación sensorial, contenido de micronutrientes, capacidad antioxidante, propiedades reológicas y contenido de gluten?

1.1.2. Preguntas específicas

- ¿Cuáles serán las mezclas adecuadas de harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA para la elaboración de tallarines en función a la calidad de cocción, color, textura, humedad y acidez titulable?
- ¿Cuál de las tres muestras de tallarines con mejores propiedades del objetivo 1 de harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA, presentarán mejores características organolépticas?

- ¿Cuál de las tres muestras de tallarines con mejores propiedades del objetivo 1 de harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA, presentarán mejor composición químico proximal, contenido de micronutrientes (calcio y litio), contenido de gluten, capacidad antioxidante y propiedad reológica?

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo general

- Evaluar la mezcla adecuada de los tallarines elaborados con harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA en base a la calidad de cocción, color, textura, humedad, acidez titulable, evaluación sensorial, contenido de micronutrientes, capacidad antioxidante, propiedades reológicas y contenido de gluten.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar las mezclas adecuadas de harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA para la elaboración de tallarines en función a la composición químico proximal, para luego evaluar la calidad de cocción, color, textura, humedad y acidez.
- Evaluar las características organolépticas de los tallarines con harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA de las 3 muestras con mejores propiedades en el objetivo 1.
- Determinar la composición químico proximal, contenido de micronutrientes (calcio y litio), contenido de gluten, capacidad antioxidante y propiedades reológicas de los tallarines con harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA de las 3 muestras con mejores propiedades en el objetivo 1.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El consumo de pasta está aumentando en todo el mundo debido a su fácil preparación, conveniencia, palatabilidad y larga vida útil (Çalışkan Koç y Pandiselvam, 2022); sin embargo, la industria de la pasta ha introducido en el mercado nuevas formulaciones para responder a las necesidades nutricionales de salud de los consumidores (Diantom *et al.*, 2019). Por lo tanto, se ha observado una tendencia hacia la creación de pastas alimenticias fortificadas sin gluten con fuentes de alto valor proteico (Bayomy y Alamri, 2022; Beitane y Marisheva, 2023; Farzana *et al.*, 2023; Kabir *et al.*, 2024; López-Mejía y Morales Posada, 2020; Torres Vargas *et al.*, 2021). Siendo, necesario desarrollar recetas saludables, adecuadas y sabrosas, utilizando harinas nuevas de alimentos altoandinos (oca y quinua) y alternativas para elaborar tallarines tanto en la producción casera como en la industrial, considerando que los consumidores son muy exigentes con los requisitos de calidad y no aceptan fácilmente su variabilidad en el producto; por ende, es necesario abordar los rasgos composicionales y funcionales de las materias primas (Cordelino *et al.*, 2019).

Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego la producción de quinua es liderado por Puno con un total de 39 792 hectáreas (producción promedio ult. 5 años), así mismo, la quinua al ser un alimento de alto valor nutricional, resaltando las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA, con un contenido de proteína 15.99 % y 12.41 % respectivamente, con respecto a otras variedades. Así mismo, la oca es un tubérculo originario de los Andes altamente nutritivo además de una fuente importante de antioxidante, fibra dietética (Ore Areche *et al.*, 2020). Lo que lleva en aumento a una demanda de productos sin gluten, evidenciando el interés de los consumidores por conocer el origen de las materias primas alto andinas, los vínculos entre la calidad y el valor nutricional de los alimentos procesados obtenidos mediante diferentes métodos (Wójtowicz *et al.*, 2020).

En general, seguir una dieta sin gluten resulta en diversas deficiencias de nutrientes (Cardo *et al.*, 2021; Świercz *et al.*, 2023). Por esta razón, con esta investigación se pretende evaluar los tallarines con harina de oca y harina de quinua, con el fin de obtener formulaciones optimas de pasta libres de gluten, con mejores propiedades, atributos de calidad, valor nutricional, capacidad antioxidante y propiedades reológicas.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

En la investigación de Çalışkan y Pandiselvam (2022), titulado “Evaluation of physicochemical, functional, and sensorial characteristics of gluten-free turkish noodle “eriste” formulated with oat and quinoa flours”, tuvo como objetivo desarrollar y caracterizar el nuevo erişte (fideo) sin gluten formulado con harina de avena (100%), harina de quinua (100%) y mezcla de avena + harina de quinua (50%+50% en peso), se evaluaron las propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales de “erite” sin gluten desarrollados, donde obtuvieron valores del contenido de humedad inferiores al 12% en base húmeda (wb), contenido de ceniza ($3,74 \pm 0,63\%$), grasa ($8,17 \pm 0,19\%$) y proteína ($18,74 \pm 0,41\%$) para la harina de quinua. Los valores más altos de capacidad de retención de agua ($76,67 \pm 9,07\%$) y aceite ($49,50 \pm 7,78\%$) se observaron para las muestras de harina de quinua y harina de avena + quinua, respectivamente. El valor de brillo más alto se observó para avena + harina de quinua. La muestra de harina de quinua tuvo los mayores valores de aumento de peso ($354,22 \pm 20,14\%$) y volumen ($268,20 \pm 9,01\%$). Los valores de pérdida por cocción más bajos ($10,56 \pm 1,83\%$) y más altos ($13,71 \pm 0,83\%$) se observaron en las muestras con harina de avena y quinua, respectivamente. Concluyendo que tanto la harina de avena como la de quinua y sus mezclas se pueden usar para hacer “erişte” sin gluten.

En la investigación de Velasco *et al.*, (2018), titulado “Optimización de las mezclas de harinas de calabacita, maíz y amaranto para la elaboración de tallarines libres de gluten”, tuvo como objetivo obtener tallarines libres de gluten, a partir de la mezcla de harinas de calabacita, maíz amarillo y amaranto reventado, con propiedades de calidad comparables a las comerciales. Para el diseño de las mezclas utilizaron un simplex centroide, con restricciones en el contenido de las harinas de maíz (20 a 47%), calabacita (42 a 71%) y de amaranto reventado (5 a 17%). Utilizaron el método de superficie de respuesta para analizar los efectos de las diferentes mezclas de harinas en las propiedades de firmeza y

pérdida de sólidos de los tallarines. Los resultados mostraron que la mezcla con baja proporción de harina de maíz y amaranto, disminuye la firmeza de los tallarines y aumentan la pérdida de sólidos. Mientras que la mezcla óptima de las harinas fue de 41.51% calabacita, 47.18% maíz y 11.29% amaranto, presentando valores de pérdida de sólidos en la cocción de 14.3% y de firmeza de 19.1N.

En la investigación de Ramos *et al.*, (2020), titulado “Relationship of compositional, mechanical, and textural properties of gluten-free pasta using different quinoa (*Chenopodium quinoa*) varieties”, tuvo como objetivo examinar el impacto de las variedades de quinua (variedad y contenido) en las propiedades mecánicas y texturales de la pasta extruida a base de trigo sarraceno (espaguetis). Las variedades nativas peruanas (var. rosada taraco, kuchivila, negra collana y mistura) y las variedades cultivadas en letonia (var. titicaca) se incorporaron independientemente a la pasta entre 5 y 20% (p/p). La pasta que contenía un 20% de quinua var. negra collana, que presentaba el mayor contenido de fibra y menor contenido de saponina, se asoció fuertemente a la resistencia estructural (es decir, la cohesión y la firmeza). Por el contrario, la pasta que contenía un 20% de quinua var. titicaca parecía estructuralmente débil (es decir, lisa). La adición a la pasta de variedades que contienen saponina (20%), como rosada taraco y mistura, dio lugar a estructuras resistentes con poco efecto sobre el sabor (incluido el amargor). A pesar de la estabilidad inicial, la pasta que contenía un 20% de quinua var. kuchivila sufrió un fuerte daño estructural. En conclusión, la relación de las propiedades composicionales, mecánicas y texturales de la pasta fue dependiente de la variedad.

En la investigación de Schoenlechner *et al.*, (2010), titulada “Functional properties of gluten-free pasta produced from amaranth, quinoa and buckwheat”, tuvo como objetivo producir pasta de buena calidad textural, en particular, baja pérdida de cocción, peso óptimo de cocción y firmeza de textura. Los resultados demostraron que la pasta producida a partir de amaranto presentaba una disminución de la firmeza de la textura y del tiempo de cocción, mientras que la pasta procedente de quinua mostraba principalmente un aumento de la pérdida de cocción. En la pasta de trigo sarraceno se observaron los menores efectos negativos. Al combinar las tres materias primas en una mezcla de harinas en una proporción de 60% de trigo sarraceno, 20% de amaranto y 20% de quinua, se mejoró la matriz de la masa. Tras reducir la humedad de la masa al 30%, al añadir una mayor cantidad de clara de huevo en polvo (6%) y un 1,2% de emulgente (monoglicéridos destilados), la firmeza de la textura y la calidad de cocción de la pasta

sin gluten producida a partir de esta mezcla de harinas alcanzaron valores aceptables comparables a los de la pasta de trigo.

En la investigación de Kang *et al.*, (2017), titulado “Physicochemical and textural properties of noodles prepared from different potato varieties”, tuvo como objetivo investigar las características de calidad de los fideos elaborados con cuatro variedades diferentes de papa: Atlantic, Go-un, Sae-bong, Jin-sun y harina de trigo. Las características de calidad de cinco fideos se analizaron mediante análisis de componentes generales, calidad de cocción (tasa de absorción de agua, pérdida de cocción y aumento de volumen) y propiedades texturales mecánicas. Existieron algunas variaciones en los fideos a base de trigo o papa para el análisis de componentes generales, pero no se observó una tendencia clara. Se observaron valores más altos en las tasas de absorción de agua, pérdida de cocción y aumento de volumen para los fideos de harina de trigo, mientras que para los fideos de papa se observaron algunas variaciones dependiendo de la variedad. Los fideos de harina de trigo exhibieron valores más altos de características texturales obtenidas del análisis del perfil de textura, excepto la adhesividad. Se cree que los dos factores clave que contribuyen a este hallazgo son un mayor contenido de gluten y un menor contenido de cenizas en los fideos de harina de trigo en comparación con los fideos de patata.

2.2. OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.)

2.2.1. Generalidades

Los tubérculos menores andinos son plantas domesticadas y cultivadas desde la antigüedad por sus partes subterráneas comestibles en la región andina. La oca tiene un buen potencial para el mercado y su consumo fresco o transformado (Luziatelli *et al.*, 2023).

La oca, es un tubérculo andino cultivado desde tiempos ancestrales, originario en los andes centrales, entre Bolivia y el sur de Perú (Morillo *et al.*, 2019). Actualmente se cultiva en las regiones montañosas andinas de Venezuela, Chile, Argentina, Ecuador, Perú y Bolivia (Jimenez *et al.*, 2015). Recientemente, se ha introducido en otras regiones del mundo, como México (Morillo *et al.*, 2019) y Nueva Zelanda (Zhu y Cui, 2019). Es conocida como oqa, apilla, uncha, ibia, cuiba, papa roja y entre otros nombres; es un tubérculo domesticado en la región andina en altitudes entre 2800 y 3000 m.s.n.m. (Roca

et al., 2007). Según, DRA, (2024) reportaron que Puno tuvo una producción de 21,281 TM de oca (2022 - 2023), por otro lado, la producción en el Perú en los periodos de enero 2023 – 2024 fue de 93,987 toneladas (SiEA, 2024).

La forma del tubérculo varía de ovoide a cilíndrica y claviforme; existen más de 1000 adhesiones y es una planta herbácea anual, pueden ser de color blanco, amarillo, rosado, rojo y negro, siendo apreciado por su sabor dulce, textura carnosa, alta variabilidad en términos de colores y sabores (Morillo *et al.*, 2019)

Hoy en día, este nutritivo tubérculo sigue siendo un alimento básico importante para los nativos andinos, ya que, se consume fresco o deshidratado (Siqueira *et al.*, 2023), es el segundo tubérculo más importante en Bolivia y Perú después de la papa (Jimenez *et al.*, 2015).

El almidón de oca presenta formas de gránulos elipsoidales y ovalados; contenidos de amilosa, tamaño de gránulo y temperatura de gelatinización que varía entre 22.4 % a 33.0 %, 10 a 100 μm y 60.8 a 64.0°C, respectivamente (Cruz *et al.*, 2016) Existen factores antinutricionales como los oxalatos solubles, los cuales se degradan por la exposición solar de los tubérculos por pocos días, una exposición al sol durante 8 días resulta en una disminución de más del 50% del contenido de oxalato (Campos *et al.*, 2018).

El valor nutricional de la oca es similar al de la papa, aunque las propiedades nutricionales varían entre los diferentes genotipos. La oca es considerada una buena fuente de carbohidratos (83 % - 88,8 % en b.s.) y su contenido de proteínas, grasas y fibra osciló entre el 3,0% a 8,4%, el 0,5% a 1,0% y el 1,4% a 5,1% en b.s. Además, es una buena fuente de calcio y hierro (130,1 y 98,45 mg/100g, b.s.) (Campos *et al.*, 2018).

2.2.2. Clasificación taxonómica

Según (Chase y Reveal, 2009) la clasificación taxonómica de la oca es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Equisetophyta

Clase: Equisetopsida

Subclase: Magnoliidae

Orden: Oxalidales

Familia: Oxalidaceae

Género: Oxalis

Especie: Oxalis tuberosa Molina

La Oxalis tuberosa es una planta herbácea, tiene un tallo erguido en las primeras fases de desarrollo que pasa a ceder más adelante, a medida que madura. Su longitud varía entre 5 y 7,5 cm y su diámetro, entre 2,5 y 3,75 cm” (FAO, 2024).

2.2.3. Composición nutricional

La composición química de la Oca se puede determinar mediante análisis químico proximal. Según Vera *et al.*, (2018) se compararon y describieron la composición de la oca cuando estaba fresca y cuando se dejaba al sol, mostrado a continuación:

Tabla 1: Composición química proximal de *O. tuberosa* cuando está fresca, expuesta a la luz solar y deshidratada.

Parámetros	Oca fresca	Deshidratado (80°C)	Oca soleada	Deshidratado (80°C)
Humedad (%)	80.1	15.1	51.0	13.0
Ceniza (%)	3.9	7.3	4.3	8.1
Azúcar total (%)	14.1	59.1	36.4	61.8
Reduciendo azúcares (%)	4.7	21.9	21.1	34.4
Azúcares no reductores (%)	9.4	37.2	15.6	27.2
Fibra (%)	0.8	6.8	3.0	7.3
Proteína (%)	1.1	8.6	5.3	9.8
pH	4.54	6.30	5.70	6.0

<<continuación>>

Almidón (%)	10.6	23.7	7.2	17.4
Ácido oxálico (mg/100 g)	135	31.4	72	54.4
Ácido ascórbico (mg/100 g)	187.19	71.93	65.34	41.96

FUENTE: Vera *et al.*, (2018)

Otras investigaciones muestran que la cantidad de proteína en base seca puede llegar al 5,9 % (Valcárcel *et al.*, 2013). La oca es una fuente rica de almidón que desempeña múltiples funciones en la producción de alimentos se utilizan principalmente para absorber agua y formar fluidos, pastas o geles viscosos que brindan las cualidades texturales deseadas (Hernández *et al.*, 2004; Vera *et al.*, 2018).

Según Basante (2015), la oca es muy energética porque tiene una rica fuente de nutrientes y Vitamina C; su componente principal, el almidón, representa el 60% de su peso seco. Así mismo, contiene 1.1 % en base húmeda de proteínas y 1.1 %, base húmeda de fibra dietética, además, la oca rojo-rosa contiene antocianinas (Zhu y Cui, 2019).

2.2.4. Beneficios

La importancia de la oca es que no posee gluten, siendo apta para celíacos, en este sentido las harinas de los tubérculos andinos podrían ser ideales para la elaboración de alimentos libres de gluten al ser alimentos con propiedades nutricionales y funcionales (Castañeta *et al.*, 2022). Además, la harina es la forma para el almacenamiento a largo plazo. Por tal razón, la harina de oca, podría presentarse como una alternativa saludable en la elaboración de productos alimenticios funcionales.

2.3. QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)

2.3.1. Generalidades

La quinua tiene su origen en los Andes de América del Sur donde era "grano madre" para los incas (Miller *et al.*, 2021). La quinua tiene propiedades nutricionales atractivas, como no contener gluten y tener una composición de aminoácidos más equilibrada que los cereales comunes, el componente principal del grano de quinua es el almidón (Campos *et al.*, 2022). Por lo tanto, la propiedad de procesamiento de la quinua puede ser similar a la de los granos alimenticios comunes con almidón, como el arroz.

La quinua tiene una gran importancia en la seguridad alimentaria ya que nos enfrentamos al cambio climático y ponemos la sostenibilidad como nuestra prioridad debido a la alta

diversidad genética de la quinua; las especies silvestres relacionadas con la quinua del género *Chenopodium* pueden estudiarse como fuente de genes para mejorar la calidad de los cultivos, como una mayor tolerancia a las condiciones ambientales adversas y a las plagas (Fagandin *et al.*, 2021). La producción nacional de quinua en el 2023 fue de 70,336 mil toneladas, así mismo, es importante destacar que Puno siempre fue el principal productor de quinua del país del 2018 - 2022 con 41.1% de producción (MINAGRI, 2024).

Existe una gran diversidad en las propiedades de la quinua, incluyendo características morfológicas (Andrews, 2017; Medina *et al.*, 2010). El color de los granos de quinua puede ser blanco, rojo, negro, rosa, morado, amarillo y gris (Yang *et al.*, 2019) y puede estar relacionado con el sabor del grano. Por ejemplo, la quinua blanca tiende a ser menos amarga que la negra (Yang *et al.*, 2019).

2.3.2. Estructura y composición de nutrientes del grano de quinua

La quinua es un pseudocereal con pequeñas semillas dicotiledóneas amiláceas (Ninfali *et al.*, 2020; Ren *et al.*, 2020). Las semillas de las plantas dicotiledóneas, incluida la quinua, tienden a tener arquitecturas diferentes a las de las monocotiledóneas, incluidos los cereales (Ninfali *et al.*, 2020). La planta de quinua produce granos planos de forma ovalada. Estos granos de semilla son muy pequeños, con un diámetro en el rango de 1.0 a 2.6 mm (Graf *et al.*, 2016). El color de los granos varía de amarillo pálido, rojo a oscuro. El grano de quinua no contiene proteínas de tipo gluten, lo que la convierte en una fuente adecuada de alimentos para personas celíacas o alérgicas al trigo. La quinua tiene una calidad nutricional relativamente alta de fracción lipídica y es rica en minerales y algunas vitaminas (Graf *et al.*, 2016).

- Composición química del grano de quinua

Los carbohidratos, las proteínas y los lípidos son los principales componentes de las semillas de quinua. El almidón se encuentra principalmente en el perispermo, mientras que los lípidos y las proteínas se encuentran en el embrión y el endospermo (Ninfali *et al.*, 2020). Los granos de quinua tienden a tener más lípidos y proteínas y menos almidón en comparación con los principales granos de cereales de la familia Poaceae, incluidos la cebada, el trigo, el arroz y el maíz (Satheesh y Fanta, 2018). Existe una diversidad significativa en la composición química de los diferentes genotipos de quinua (Craine y Murphy, 2020; Encina *et al.*, 2017; Graf *et al.*, 2016; Präger *et al.*, 2018). Por ejemplo,

entre las 77 variedades de quinua, los contenidos de humedad, proteínas, lípidos, cenizas y carbohidratos oscilaron entre 9.2% a 13.4%, 8.3% a 11.4%, 5.4% a 7.8%, 2.5% a 4.1% y 78.5% a 82.9%, respectivamente (Encin *et al.*, 2017).

Las diferencias en la composición química de los diferentes genotipos de quinua conducen a diferencias en las propiedades fisicoquímicas y funcionales de las harinas de quinua (De Bock *et al.*, 2022). A pesar de las variaciones genéticas en la composición química de las diferentes variedades de quinua, las diferencias de composición entre la quinua y otros granos alimentarios comunes tienden a ser significativas (De Bock *et al.*, 2021; Filho *et al.*, 2017; Valencia, 2003).

Tabla 2: Composición químico proximal y nutricional de la quinua, cereales y leguminosas (g/100 g de peso seco).

Parámetros	Quinua	Cebada	Maíz	Arroz	Trigo	Avena	Centeno	Frijol de lupino	Soya
Proteínas	16.5	10.8	10.2	7.6	14.3	11.6	13.4	39.1	36.1
Lípidos	6.3	1.9	4.7	2.2	2.3	5.2	1.8	7.0	18.9
Fibra dietética	3.8	4.4	2.3	6.4	2.8	10.4	2.6	14.6	5.6
Cenizas	3.8	2.2	11.7	3.4	2.2	2.9	2.1	4.0	5.3
Carbohidratos	69	80.7	81.7	80.4	78.4	69.8	80.1	35.3	34.1
Kcal/100 g	399	383	408	372	392	372	390	361	451

Kcal/100 g: (% proteína +carbohidratos) +9 X (%grasa).

FUENTE: Valencia, (2003).

Por ejemplo, el contenido de proteínas de la quinua tendía a ser mayor que el de la mayoría de los granos de cereales (Craine y Murphy, 2020). El contenido lipídico fue superior al de los cultivos de cereales (Pachari *et al.*, 2019). La quinua se ubicó en el rango medio de contenido de fibra dietética en comparación con los granos de cereales, mientras que el contenido de cenizas fue mayor que el de la mayoría de los cereales (Filho *et al.*, 2017; Zhu, 2020). El contenido de almidón de la quinua fue menor que el de la mayoría de los cereales y fue comparable al de la avena (Filho *et al.*, 2017; G. y Zhu, 2018). En comparación con las hojas de quinua, las semillas de quinua contenían menores

cantidades de proteínas, hierro, calcio, zinc y fósforo. Los primeros tenían más oxalatos y nitratos y menos saponinas que los segundos (Villacrés *et al.*, 2022).

Para aplicaciones nutricionales y alimentarias, es importante considerar tanto la cantidad como la calidad de los componentes de la quinua al compararla con otros cereales. Esto se debe a que la composición de los productos alimenticios a base de cereales puede variar significativamente debido a los efectos del procesamiento (Mezzatesta *et al.*, 2020).

Al ser analizado la calidad proteica del grano de quinua (Lorusso *et al.*, 2017; Tavano *et al.*, 2022), se encontraron variaciones en la utilización biológica y digestibilidad de la proteína de quinua entre diferentes genotipos (Nasir *et al.*, 2015). La digestibilidad de la proteína de la quinua puede ser similar a la de la caseína (Tavano *et al.*, 2022). Se encontró que la fermentación aumenta la digestibilidad y los índices nutricionales (índice de aminoácidos esenciales, valor biológico, relación de eficiencia proteica e índice nutricional) de la proteína de quinua en forma de harina (Lorusso *et al.*, 2017).

2.3.3. Variedades de quinua

Quinua INIA 420 Negra Collana

Debido a su bajo contenido de saponinas, esta variedad se encuentra en el grupo de dulces. La INIA 420 Negra Collana fue cultivada en 2008 y sus granos son negros. Se utiliza principalmente en sopas, postres, extruidos y expandidos (FAO, 2013). Es de grano pequeño, pero con un gran contenido de proteínas necesarias para la alimentación. Además, contiene un oligoelemento importante como es el litio, que es un potente antidepresivo (UNESCO, 2016).

Tabla 3: Composición físico-química de la quinua INIA 420 Negra Collana.

Componentes	% (g/100g, de muestra)
Humedad	9.88
Proteína	17.62
Fibra	2.10
Cenizas	2.13
Grasa	5.94
Energía (Kcal/100g)	368.61

FUENTE: FAO (2013)

Quinua Salcedo INIA

Esta variedad es el resultado de la unión de dos variedades de quinua Real Boliviana y Sajama en Puno. Se adapta a una latitud entre 3800 y 3950 m.s.n.m., en climas semi seco frío, con temperaturas de 6 a 17°C. Contiene un elevado porcentaje de proteína en comparación a demás variedades de quinua (FAO, 2013).

Tabla 4: Composición físico-química de la quinua Salcedo INIA.

Componentes	% (g/100g, de muestra)
Energía (Kcal/100g)	372.19
Humedad	8.66
Proteínas	16.23
Fibra	1.84
Cenizas	2.00
Grasa	5.20

FUENTE: FAO (2013)

Por otro lado, la harina de quinua se obtiene al moler granos de quinua prelavados, manteniendo sus cualidades nutritivas (quinua perlada) siendo un producto libre de gluten (Satán, 2022). Es una excelente alternativa para personas con intolerancia al gluten (enfermedad celíaca) y también se considera y recomienda para personas con condiciones médicas y trastornos intestinales debido a la digestibilidad (Guzmán, 2013).

- Composición nutricional de la harina de quinua

La harina de quinua es rica en proteínas, fibra y baja en ácidos grasos saturados, y aporta todos los aminoácidos esenciales al organismo, lo que la hace completa y fácil de digestión. Además, contiene varios minerales, como el litio, que ayuda a aliviar los estados de depresión (Quenta y Verapinto S., 2017).

Tabla 5: Requisitos fisicoquímicos para la harina de quinua.

Componentes	Unidades	Valores	
		Mínimo	Máximo
Humedad	%		13.5
Proteínas	%	10	
Grasa	%	4.0	
Cenizas totales	%		3.0
Fibra cruda	%	1.7	
Carbohidratos por diferencia	%	72.7	
Acidez (expresada como ácido oleico)	%		1

FUENTE: INDECOPI (2013)

2.3.4. Molienda de grano de quinua

Para fines de aplicación, las semillas de quinua pueden ser molidas en húmedo o en seco para su procesamiento (Haros y Wronkowska, 2017). El proceso de molienda convierte los granos en sus productos intermedios como fracciones de harina, salvado, proteína, almidón y fibra (Ballester *et al.*, 2019).

Los diferentes nutrientes y fracciones ricas en componentes específicos se pueden obtener mediante molienda. El proceso de molienda reduce el tamaño de partícula y separa/enriquece los componentes (Thakur *et al.*, 2019). El método de molienda seleccionado para las aplicaciones está determinado principalmente por el tipo de productos intermedios a los que se dirige.

- Procesos de molienda de quinua

Las fracciones de quinua se obtienen mediante dos procesos tradicionales de molienda:

Molienda en seco

El objetivo de la molienda en seco es separar las diferentes partes del grano de quinua. Las fracciones de salvado y harina de diferentes tamaños de partícula son los productos finales del proceso de molienda en seco (Ballester *et al.*, 2020). La molienda en seco implica la molienda de semillas, el tamizado a través de tamices de diferentes tamaños de malla, la separación y la remolienda. El grano de quinua tiene semillas muy pequeñas (1.8 a 2.2 mm de diámetro) (Bertero *et al.*, 2004). La molienda en seco también implica

fuerzas mecánicas (Alonso y O'Mahony, 2018). Los pasos de molienda se repiten hasta que se producen los productos deseables.

Tabla 6: Propiedades de molienda del grano de quinua en seco.

Tipo de molino	Condiciones de molienda	Componentes / fracciones objetivo	Principales hallazgos
Molino abrasivo	Los granos de quinua se molieron durante 5 s para obtener granos gruesos y también fracciones que contenían embriones y partículas más pequeñas. La fracción de granos secundarios se utilizó para el descascarillado. Once diferentes Se obtuvieron títulos de descascarillado.	La composición de los componentes químicos de la quinua	El aumento de los grados de descascarillado disminuyó las cantidades de proteína, fibra dietética, cenizas y lípidos y aumentó la de almidón en las fracciones de molienda resultantes. El descascarillado Las tasas no deben ser superiores al 8,6 % para garantizar que los componentes nutricionales se retengan significativamente en los productos resultantes.
Molienda abrasiva	Las semillas de quinua se molieron con un molino abrasivo ocho veces con 1 min por vez	La composición de los componentes químicos de la quinua	El aumento de los tiempos de molienda aumentó el contenido de almidón del pulido resultante granos, mientras que disminuye la de cenizas, proteínas y lípidos. Después de ocho veces de molienda, los granos pulidos perdieron más del 60% del peso original, mientras que el contenido de cenizas, proteínas y lípidos fue del 4% de los valores originales. El embrión se

			extrajo después de cuatro veces de molienda.
Molino de disco	Las semillas de quinua se molieron utilizando un molino de discos para obtener varios grados de molienda	Composición de fenólicos y saponinas actividad antioxidante in vitro	Al aumentar el grado de molienda al 27%, disminuyó el contenido de fenólicos, flavonoides y saponinas en un 31%, 41% y 42%, respectivamente. Las actividades antioxidantes disminuyeron en un 40%. Se deben utilizar grados de molienda del <16% para retener los nutrientes y las propiedades sensoriales de los productos de quinua resultantes.
Moledora de laboratorio	Las semillas de quinua se molieron y se tamizaron en fracciones diferentes tamaños de partícula (>300 µm, entre <180 y 300 µm, y ,180 µm)	Composición química (Absorción de agua, retención de agua, hinchazón, índice de número descendente).	La fracción con tamaños de partícula medianos tenía más proteínas y cenizas y menos carbohidratos. La fracción con tamaños de partícula medianos tuvo mayor retención de agua y capacidad de absorción. El aumento del tamaño de partícula disminuyó la capacidad de hinchamiento y la disminución de los índices numéricos y aumentó la densidad aparente.

FUENTE: D'Amico *et al.*, (2019); Y. Han *et al.*, (2019); Wu *et al.*, (2020).

- Efecto de la molienda sobre las propiedades fisicoquímicas de las fracciones de molienda de quinua

Los granos de quinua se sometieron a molienda en seco para obtener diferentes fracciones con diferentes tamaños de partícula. En general, el aumento de los grados de molienda/descascarillado disminuyó el contenido de cenizas, proteínas, lípidos y otros micronutrientes, mientras que aumentó el de almidón (Ballester *et al.*, 2020; D'Amico *et al.*, 2019; Y. Han *et al.*, 2019; Y. Wang *et al.*, 2020; Wu *et al.*, 2020)

- Almidón

El almidón es un ingrediente importante en la industria alimentaria y un componente importante de nuestra dieta (Sjöo y Nilsson, 2018). El almidón está formado por amilopectina y amilosa. La amilopectina está muy ramificada y es más grande, mientras que la amilosa es mayormente lineal y más pequeña (Pérez y Bertoft, 2010). Los gránulos de almidón en presencia de calor y una cantidad excesiva de agua se someten a un proceso denominado gelatinización.

- Amilosa

Está formada por unidades glucosídicas enlazadas por enlaces α -(1 \rightarrow 4), representa el 20 al 30 por ciento de la composición del almidón (Martins *et al.*, 2018), como se encuentra en la Figura 1.

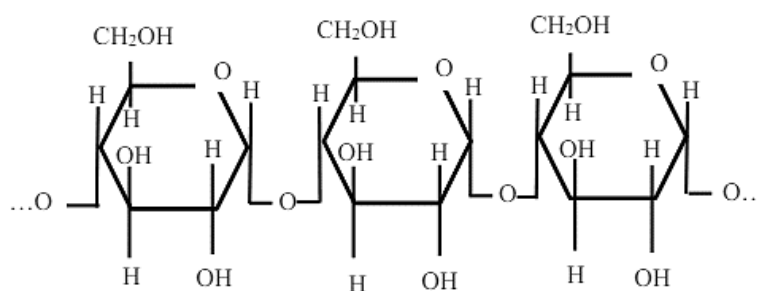


Figura 1: Estructura de la amilosa.

FUENTE: (Aristizábal *et al.*, 2007).

- Amilopectina

Está conformada por unidades glucosídicas (α -D-glucosa) conectadas por enlaces α -(1 \rightarrow 4) y α -(1 \rightarrow 6) en los puntos de ramificación, representa el 70 a 80 por ciento del almidón (Aristizábal *et al.*, 2007), como se muestra en la Figura 2.

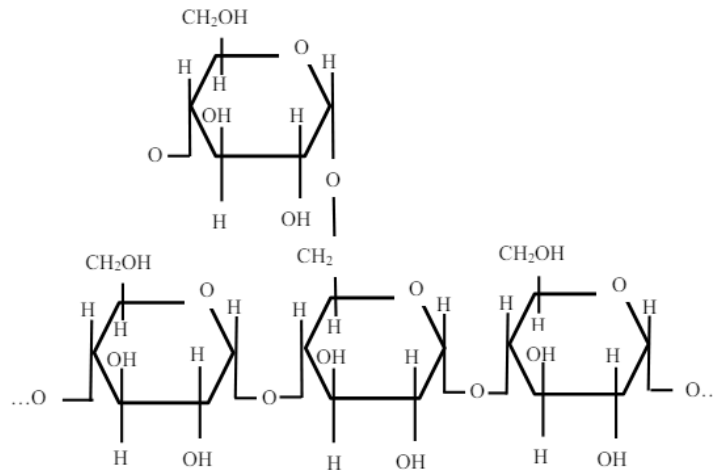


Figura 2: Estructura de la amilopectina.

FUENTE: (Aristizábal *et al.*, 2007).

2.3.5. Beneficios

Productos sin gluten a base de quinua

Se desarrolló una gama de diversos productos alimenticios sin gluten que contienen quinua, entre ellos se encontraban extractos en polvo, películas para envases, brotes, alimentos infantiles, aperitivos, galletas y bizcochos, panes, pastas, productos fermentados y yogures, pastas para untar, bebidas, sustitutos de la leche y productos a base de carne y pescado. La adición de quinua en las formulaciones se puede utilizar para aumentar el valor nutricional de estos alimentos para los consumidores celíacos y sensibles al gluten, aunque puede imponer algunos obstáculos a los atributos sensoriales (Wang y Zhu, 2016).

Las harinas de quinua crudas y fermentadas se formularon en pastas de diferentes formas, como penne, tallarines y espaguetis (Carrizo *et al.*, 2020; Linares *et al.*, 2019; Sosa *et al.*, 2019). Se ha encontrado que los métodos para aplicar quinua en las formulaciones con otros ingredientes son efectivos para hacer pasta sin gluten y más densa en nutrientes, similar a la pasta tradicional hecha de harina de trigo (Wang y Zhu, 2016).

2.4. PASTAS ALIMENTICIAS

2.4.1. Origen de las pastas

Hay indicios de que la pasta se originó en China, aunque hay pruebas de su uso en Italia. Los fabricantes de pasta de Italia formaron asociaciones comerciales en el siglo XVI, que se extendieron a Francia y otras partes de Europa. Al principio, la producción de pasta requería un proceso discontinuo de amasado manual, corte de masa y extrusión manual, seguido de secado al sol. Alrededor de 1800 y 1890 aparecieron en Italia los primeros dispositivos mecánicos y se dispuso de equipos que incluían mezcladoras, amasadoras, prensas hidráulicas y gabinetes de secado, pero no fue hasta 1934 que se desarrolló el primer sistema de prensa continua (donde la sémola y el agua se convierten en pasta húmeda en un sistema totalmente automatizado) que reemplazó el método por lotes de preparación de pasta y hoy todas las prensas son del tipo continuo (Sissons, 2016).

2.4.2. Producción y consumo mundial de pasta

La región mediterránea es el mayor productor mundial de trigo duro (55-60% de la producción mundial), seguida de América del Norte (30%). La producción media anual de trigo duro a nivel mundial durante un período de 20 años (1990-2010) se estimó en 34 millones de toneladas (Mt). Los principales países importadores y exportadores ascienden a un comercio promedio de 5,4 a 7,8 Mt. La producción anual de pasta en más de 45 países asciende a 12,2 Mt. Italia es tradicionalmente el principal productor con el mayor consumo per cápita, así mismo, la demanda en otras regiones, como América del Sur y del Norte, Oceanía y Asia, ha aumentado de manera constante (Sissons, 2016).

2.4.3. Generalidades

- Pasta

La pasta alimentaria, o "pasta", se prepara a partir de masa extruida trozos de masa extruida de diversas formas y tamaños. durante la producción y posteriormente se hierven y se consumen. Es un alimento de carbohidratos complejos, bajo en grasas, económico, fácil de preparar y versátil que es consumido por todos los segmentos de la población (Astaíza *et al.*, 2010). La composición química de la pasta (10,8% de humedad, 10,9% de proteínas, 1,4% de grasas y 79,1% de hidratos de carbono) y su índice glucémico, inferior al del arroz, la patata o el pan, y similar al de las legumbres, hacen ellos un producto adecuado que complementan la ingesta de hidratos de carbono (Aranibar, 2017).

Las pastas son productos obtenidos por deshidratación de diversas formas de masa. Esta pasta se puede preparar a partir de: sémola, harina de trigo, maíz, arroz, camote, yuca y cualquier otro grano o una combinación de los mismos, con agua o más ingredientes (Delgado, 2020).

Una clasificación común se basa en si los trozos son largos o cortos (espaguetis frente a macarrones). A diferencia de los fideos, inicialmente las pastas se preparaban a partir de sémola de trigo; Aunque de origen italiano, las pastas forman parte de la cultura y el lenguaje de Estados Unidos y de todo el mundo (Sissons, 2016).

La sémola es simplemente trozos de endospermo de mayor tamaño (en comparación con la harina), sin salvado adherido. El tamaño de la sémola oscila entre 130 y 550 μm , además de la granulometría de la sémola, el color, la vitrosidad, la cantidad y calidad de las proteínas son rasgos clave de la calidad. La proteína debe formar una matriz continua que atrape los gránulos de almidón para que la superficie de la pasta no se vuelva pegajosa durante la cocción (Sissons, 2016).

La pasta es un producto extruido donde la sémola se mezcla primero con agua en una proporción aproximada de 30:100 (agua/sémola) hasta obtener una masa dura, esta se somete a presión a través de un molde para otorgar la forma y el tamaño deseados. La mezcla, el amasado y el secado son etapas críticas para el éxito de la fabricación de pasta (Sissons, 2016).

En Asia, los fideos de almidón de tubérculos se utilizan en varios platos. En China, Corea y Japón, los fideos de boniato son un manjar muy conocido como tentempié y plato principal. A diferencia de los almidones cristalinos de las legumbres, que son transparentes y casi incoloros, tienen hebras más gruesas y es aceptable que tengan una estructura cristalina entre ligeramente amarilla y marrón (Collado y Corke, 2015).

2.4.4. Tipos de pasta

Según Delgado, (2020) y Satán, (2022)mencionan que las pastas alimenticias se dividen en:

- Pastas alimenticias o fideos secos: Son productos que pasan por un proceso de secado y moldeo, con un contenido de agua que no debe superar el 14% de humedad.

- Pastas o fideos compuestos: Se refiere a las pastas a las que se les añaden una o varios ingredientes alimentarios, como: soja, huevos, leche, verduras, leguminosas y extractos.
- Pastas o fideos especiales: Estos productos se elaboran mediante la combinación de derivados del trigo con otras harinas aptas para el consumo humano.
- Pastas alimenticias con verduras: Son productos que se les incorporan en diferentes formas (purés, deshidratados o extractos), contribuyendo a la masa en la coloración y enriqueciendo con vitaminas y minerales.

2.4.5. Clasificación de las pastas

Según Mora, (2012), las pastas alimenticias pueden clasificarse, de acuerdo al contenido de humedad en base húmeda (% H₂O) final en el producto:

- Pasta fresca (% H₂O \geq 24%)
- Pasta estabilizada (24% < % H₂O \geq 20%)
- Pasta seca (% H₂O \leq 12,5%).

Así mismo, Aranibar, (2017) indica que las pastas también se clasifican según su sistema de fabricación en:

- Pastas artesanales o frescas: Son aquellas que no han sufrido proceso de desecación alguno y que pueden elaborarse de forma artesanal en cocina (Humedad final (Hf) \geq 24%) y aquellas pastas que sufrieron un proceso mínimo proceso de desecación son las pastas estabilizadas (24% < Hf \geq 20%).
- Pastas industriales o secas: Son aquellas fabricadas a nivel industrial, donde se someten a un proceso de desecación que dura entre 2 y 6 horas, a temperaturas que varían entre 60°C y 90°C, dependiendo del tipo o formato. Posteriormente, se empaquetan para su venta, con un contenido de humedad inferior al 12,5%.

Por otro lado, según NTP 206.010:2016, la clasificación de las pastas es (INDECOPI, 2016):

- Por el contenido de humedad:
Pasta o fideo seco (con un contenido de humedad igual o menor a 14 g/100 g. y fresco (con un contenido de humedad igual o menor a 35 g/100 g.

- Por el proceso de fabricación

Pasta o fideo tipo Nápoles: Será la pasta o fideo obtenido por proceso de moldeado mediante boquillas de formas diversas.

Pasta o fideo tipo Bologna: Será la pasta obtenida mediante el proceso de laminado.

- Por su composición

Pasta o fideo de trigo: Es la pasta que se elabora principalmente con harina y/o sémola de trigo.

Pasta o fideo compuesto: Es la pasta al que se le añaden sustituciones variables de cereales, legumbres, huevos, lácteos, verduras y otros componentes nutritivos (vitaminas, minerales requeridos por la autoridad competente) o elementos funcionales, con el objetivo de enriquecer sus propiedades nutricionales.

- Por su forma

Pasta rosca o nido: Se refiere a la pasta larga que se elaboran en forma de madejas.

Pasta larga: Es la pasta tipo Nápoles, con una característica principal en su longitud, de dimensiones variables (sección redondeada, ovalada, rectangular u otras), que puede tener o no un hueco.

Pasta cortada: Se trata de la pasta tipo Nápoles, de tamaño y forma variable, sin dimensiones definidas, siendo más cortos en comparación con los fideos largos.

Pasta pastina: Es la pasta o fideo tipo Nápoles o Bologna que se distingue por su tamaño pequeño.

2.4.6. Valor nutricional de la pasta

La pasta es un alimento, que es relativamente bajo en grasa y rico en carbohidratos, es por eso, la mejora nutricional de la pasta implica principalmente aumentar el contenido de proteínas y fibra dietética, así como, la fortificación con vitaminas y minerales (Sissons, 2016).

Tabla 7: Valores nutricionales de los diferentes tipos de pasta por producto de 100 g.

Componentes	Pasta simple	Pasta con huevo	Enriquecidos con vitaminas
Energía (kcal)	342	380	370
Proteínas (g)	12	14	12.8
Grasa (g)	1.8	4.2	1.6
Carbohidratos (g)	74	75	74
Fibra dietética (g)	2.9	4.7	4.2
Minerales			
Ca (mg)	25	29	17.5
Fe (mg)	2.1	4.5	3.8
P (mg)	190	214	149
K (mg)	250	223	161
Na (mg)	3	21	7
Vitaminas			
Vitamina C (mg)	0	0	0
Vitamina B1 (mg)	0.22	1	1
Vitamina B2 (mg)	0.31	0.5	0.44
Vitamina B3 (mg)	3.1	8	7.5
Vitamina B6 (µg)	0.17	0.1	0.1
Folacina (µg)	34	30	17.5
Vitamina B12 (µg)	0	0.4	0
Vitamina A (µg)	0	61	0
Colesterol (mg)	0	94	0

FUENTE: Kill y Turnbull (2001)

Se pueden añadir harinas ricas en proteínas, como las de soja, guisantes, altramuces y garbanzos para incrementar las proteínas en la pasta sobre el 15% y elevar la presencia de aminoácidos limitantes, como la lisina (Huamani-Huamani *et al.*, 2020). Las pastas de trigo sarraceno, trigo integral, alcachofa y amaranto afirman tener beneficios para la salud al aumentar el contenido de minerales, vitaminas y fibra dietética (Sissons, 2016).

La mejora nutricional de la pasta se puede lograr enriqueciéndola con proteínas y fibra dietética y fortificándola con vitaminas y minerales. Los cereales o harinas integrales se pueden utilizar con éxito para mejorar el contenido de fibra dietética de la pasta, las

fuentes de fibra incluyen: amaranto, cebada, trigo sarraceno, bulgur, maíz, mijo, quinua, arroz, centeno, avena, sorgo, teff, triticale, trigo y arroz salvaje (Sissons, 2016).

Una categoría particular de alimentos hechos a medida es la de los alimentos funcionales. El término alimento funcional se acuñó para describir un alimento que proporciona un beneficio fisiológico específico distinto del efecto puramente nutricional (Sissons, 2016).

La pasta como alimento representa un medio económico para mejorar la calidad de la dieta en los países desarrollados y ayuda a reducir los problemas del hambre en los países en desarrollo. La combinación única de propiedades de bajo costo, facilidad de preparación, versatilidad, valor nutritivo y larga vida útil asegurará que la pasta continúe desempeñando un papel importante a medida que aumenta la demanda mundial de cereales (Sissons, 2016).

2.5. COMPLEMENTOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE PASTAS.

2.5.1. Agua

El agua utilizada no debe tener sabores ni olores desagradables y debe controlarse para garantizar que sea segura y esté libre de contaminantes microbiológicos y químicos. No debe ser demasiado duro, pero sí debe tener un bajo contenido de iones de sodio, magnesio y calcio, ya que le darían un sabor y color desagradable (Sissons, 2016).

2.5.2. Hidrocoloides

Los hidrocoloides son un grupo de polisacáridos solubles en agua con diferentes estructuras químicas, alto peso molecular y moléculas hidrofílicas de cadena larga. La adición de hidrocoloides tiene un impacto positivo en los productos a base de cereales sin gluten porque mejora la estructura, el volumen, la textura, el sabor y la calidad general del producto final, además de prolongar la vida útil (Culetu *et al.*, 2021).

El uso de hidrocoloides en productos libres de gluten depende de sus propiedades coloidales, la capacidad de aumentar la capacidad de retención de agua, la viscosidad, la tasa de hidratación y el efecto de la temperatura en la hidratación porque, para la mayoría de los hidrocoloides, la viscosidad disminuye con el aumento de la temperatura (Padalino *et al.*, 2016). Los hidrocoloides también aumentan el desarrollo y la retención de gases durante la fermentación. En las pastas/fideos libres de gluten se utilizan varios tipos de hidrocoloides, como goma xantana (XG), goma guar (GG), goma de algarroba, psyllium, carragenina, pectina, carboximetilcelulosa (CMC), goma konjac, goma arábiga (GA) y

alginato. Estos juegan un papel crucial en la obtención de pasta fresca y cocida. La adición de hidrocoloides puede afectar el color, la dureza y la firmeza de la pasta (Culetu *et al.*, 2021).

Tabla 8: Efecto de hidrocoloides en pastas libre de gluten.

Tipo de Hidrocoloide/Product o Obtenido	Nivel utilizado	Otros ingredientes	Tipo de prueba reológica	Efecto
XG, GG, CMC/fideos	0,5%	harina de chufa	Comportamiento reológico de Mixolab: mezcla, consistencia de calentamiento y enfriamiento, fuerza de extrusión	Mejora de la extensibilidad de la masa; XG proporcionó mayor firmeza, menor adhesividad, mayor masticabilidad y resiliencia. Mejora de la reología de la masa (mayor viscosidad y elasticidad)
GG, XG, alginato de sodio	1% y 2%	harina de mijo proso	Pruebas de barrido de frecuencia (reómetro de esfuerzo controlado)	Mejora de la resistencia de la red de pasta mediante la adición de GG y XG.

FUENTE: Culetu *et al.*, (2021).

2.5.3. Sal

De acuerdo Satán, (2022), señala que la sal desempeña las siguientes funciones en los alimentos:

- Sabor: Realza el sabor de los alimentos enmascarando los sabores amargos y metálicos, y reduciendo la acidez del alimento.
- Apariencia y textura: En cuanto a los productos preparados este influye en el color y características sensoriales.
- En las pastas alimenticias: Proporciona firmeza, manejabilidad y elasticidad a la masa.

2.5.4. Huevo

Según Hager *et al.*, (2013) menciona que agregar huevos a las preparaciones de pasta fresca incrementa los nutrientes de la pasta. Otra propiedad que le da el huevo es que le da una textura más fuerte. La adición del huevo se puede realizar de diversas formas, ya que puede ser en estado sólido o deshidratado, así como en forma líquida. El huevo imparte un cambio de color, textura y aumenta el contenido de proteínas. Se puede añadir en estado líquido, pasteurizado o seco (cuatro huevos por kg de pasta).

2.5.5. Otras materias primas

Incluyen aditivos como: correctores de acidez para modificar el pH de un producto alimenticio (ácidos cítrico y láctico); emulsionantes para producir una mezcla homogénea de una o más fases inmiscibles en un producto alimenticio (lecitinas, ácidos grasos); conservantes para prolongar la vida útil de los productos alimenticios, protegiéndolos del deterioro causado por microorganismos (ácido sórbico); y potenciadores del sabor (glutamato monosódico). Las vitaminas se utilizan comúnmente para fortificar la pasta, se añaden como una mezcla seca (1 kg por 1 sémola) y normalmente contienen vitamina B1, B2, hierro y ácido fólico (Sissons, 2016).

2.5.6. Materias primas no convencionales

Aunque la sémola de trigo duro se considera el mejor ingrediente para la elaboración de pasta, en algunos países se utilizan otros ingredientes para elaborar la pasta. Para hacer pasta se pueden utilizar harinas de otros cereales como avena, cebada, mijo, centeno, maíz, arroz, sorgo, trigo descascarado (espelta, escanda y escanda), triticale, khorasan,

trigo sarraceno, amaranto o quinua. A partir de algunas de estas materias primas se produce pasta desde hace siglos en algunos países del Este (Sissons, 2016).

2.6. PRUEBAS DE CALIDAD DE LA PASTA

En los países consumidores tradicionales de pasta, al consumidor le preocupa el aroma, color, apariencia, textura, sabor y valor nutricional de la pasta.

2.6.1. Distribución de tamaño de partícula

Esto es importante ya que afecta la cantidad y uniformidad de la absorción de agua durante la mezcla. Las partículas gruesas se hidratan más lentamente que las finas, y si hay demasiadas partículas finas en la mezcla, esto dejará a las partículas gruesas sin agua, por esta razón, el rango de tamaño de partículas no debe ser demasiado amplio, ya que el tiempo de mezclado es limitado en los mezcladores de flujo continuo (Castaño *et al.*, 2019).

2.6.2. Color

No existe un método estándar internacional disponible para la medición objetiva del color de los fideos, aunque se han realizado importantes investigaciones que han proporcionado pautas para la medición del color. Los fideos deben ser brillantes y no tener motas ni decoloración (Hatcher *et al.*, 2008).

El color es el resultado de la estructura y composición variable de los alimentos que absorben o reflejan selectivamente la luz incidente. El ojo humano percibe el color en longitudes de onda de luz de 380 nm a 780 nm. En espectrofotometría de reflectancia, se estudia la dispersión de la luz de una colección de partículas. La dispersión es el resultado de la reflexión, refracción y/o difracción. La reflectancia puede ser especular (la especular perfecta es donde la luz se refleja en un solo ángulo, como en un espejo) o difusa (el mate perfecto es donde la luz se refleja en todos los ángulos de manera uniforme). Una comprensión de los factores que afectan las características de la superficie puede conducir a la capacidad de cambiar las características de color, brillo, translucidez y textura de una manera definida y estudiar los diferentes aspectos de los cambios (Solah y Crosbie, 2016).

El color de los fideos crudos (frescos) y hervidos se mide de forma rutinaria y objetiva con un colorímetro portátil debido a la facilidad de medición. Un método implica utilizar el espacio de color CIELAB, que se basa en datos de triestímulo de Hunter e implica una representación tridimensional del color, con L* como eje central que va desde el blanco

hasta 100 al negro como cero. El eje rojo-verde es a^* , donde a^* positivo representa el rojo y a^* negativo representa el verde. El eje azul-amarillo es b^* , donde b^* positivo representa el amarillo y b^* negativo representa el azul (Solah y Crosbie, 2016) (Figura 3).

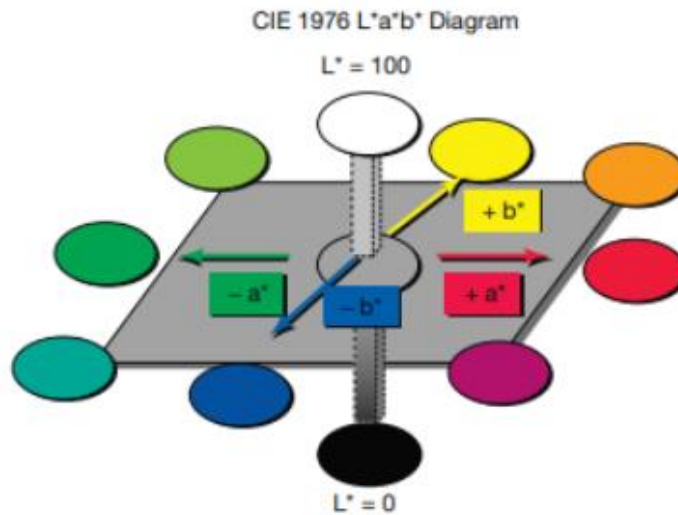


Figura 3: CIE L*a*b color space diagram.

FUENTE: Solah y Crosbie (2016)

Las características del trigo y otros sustitutos (pigmentos carotenoides) que se pueden usar en la elaboración de la pasta dan el color. El amarillo y todas sus variaciones son los más comunes. El color de la pasta cruda es un factor importante de calidad para los consumidores; en los productos elaborados a partir de sémola de trigo, los valores más altos de L^* y b^* se consideran los atributos de color más significativos (Martinez, 2010).

2.6.3. Textura

Tanto la apariencia como la textura se verán afectadas por los cambios en la densidad de la masa de fideos debido a la eliminación de aire o la adición de agua a la masa. Según Szczesniak (2002) menciona que la textura son características estructurales, mecánicas y superficiales de los alimentos, siendo características importantes para los consumidores que se basa en la capacidad del producto para mantener una textura buena tanto antes como después del cocinado, obteniendo una pasta firme, elástica y compacta, libre de pegajosidad.

La textura mecánica generalmente se describe mediante una variedad de términos (firmeza, elasticidad, pegajosidad, masticabilidad y volumen) y puede medirse mediante un panel sensorial o mediante pruebas objetivas (Solah y Crosbie, 2016).

Parámetros de textura para pastas según Peris, (2014):

- Firmeza, parámetro que representa el grado de resistencia a la primera mordedura o la fuerza necesaria para penetrar la pasta con los dientes.
- Cohesividad, es un parámetro de fuerza que mantiene unida la estructura de la pasta.
- Elasticidad, capacidad de la pasta deformada para volver a su forma original una vez que se elimina la fuerza que la deforma.

Una alta concentración de proteínas es capaz de formar una fuerte red de gluten, produciendo pasta de buena calidad con una textura masticable y elástica; por otro lado, la harina con baja concentración de proteína produce una pasta que tolera poca cocción y es suave y pegajosa (Bresciani *et al.*, 2022).

2.6.4. Calidad de cocción

Hay tres métodos recomendados para determinar el tiempo óptimo de ebullición de los fideos: evaluación sensorial, el método del portaobjetos de vidrio y la medición del rendimiento aparente de los fideos hervidos. La ebullición de los fideos se debe controlar cuidadosamente para que estén completamente cocidos, sin un núcleo interno crudo para garantizar una gelatinización completa y minimizar la pérdida de almidón. El uso de un portaobjetos de vidrio implica presionar las hebras de fideos entre dos portaobjetos de vidrio para revelar el núcleo crudo (Solah y Crosbie, 2016).

La cocción de la pasta favorece la absorción de grandes cantidades de agua (entre 1,5 y 2 veces el peso de la pasta seca), dicha absorción de agua se mide como el incremento de peso de la pasta antes y después de la cocción expresándose como porcentaje del peso ganado con respecto al peso de la pasta cruda. Mientras que la transferencia de agua se produce desde el exterior hacia el interior de cada trozo de pasta, la pérdida por cocción mide la cantidad de material sólido que se pierde en el agua durante la cocción (Solah y Crosbie, 2016).

2.6.5. Normativa para pastas alimenticias de acuerdo a la NTP 206.010.

- Requisitos físico químicos

Las pastas o fideos para consumo humano tienen que ajustarse a los criterios fisicoquímicos, indicados a continuación:

Tabla 9: Requisitos físico-químicos que deben cumplir las pastas.

Requisito	Tipo de fideo		Método de ensayo
	Seco	Fresco	
Humedad (max.) g/100g	14.0	35.0	NTP 206.011
Acidez titulable (max.)	0.46	0.65	NTP 206.013

NOTA: La acidez fue expresada en porcentaje de ácido láctico.

- Requisitos microbiológicos

Las pastas o fideos para consumo humano deberán cumplir con los requisitos microbiológicos de la tabla 10.

Tabla 10: Requisitos microbiológicos para pastas secas.

Microorganismos	C	N	M	M	Método en ensayo
Mohos (ufc/g)	2	5	10 ²	10 ³	ISO 21527-2 FDA/BAM Cap.18 AOAC 997.02
Coliformes (ufc/g)	2	5	10	10 ²	ISO 4832 FDA/BAM Cap. 4 AOAC 991.14
Staphylococcus aureus (ufc/g)	1	5	10 ²	10 ³	ISO 6888-3 FDA/BAM Cap. 12 AOAC 975.55
Clostridium perfringens (*) (ufc/g)	1	5	10 ²	10 ³	ISO 7937 FDA/BAM Cap. 16 AOC 976.30
Salmonella en 25 g	0	5	ausente		ISO 6579/Cor 1/EGmd 1 FDA/BAM Cap. 05 AOAC 978.24

(*) sólo para pastas con relleno de carne.

2.7. REOLOGÍA

La reología estudia cómo los materiales se deforman y fluyen, lo que nos permite obtener información cuantitativa y cualitativa para caracterizar parámetros reológicos como la viscosidad, las propiedades elásticas y viscoelásticas. La reología alimentaria está ganando popularidad tanto desde el punto de vista académico como industrial, debido a sus numerosas aplicaciones en control de calidad, textura, ingeniería de procesos, desarrollo de productos y optimización de formulaciones (Díaz, 2018).

El mayor desafío tecnológico en la ingeniería de alimentos es encontrar componentes biopoliméricos (proteínas e hidrocoloides) que puedan conferir a las masas las características reológicas deseadas tanto en la etapa de laminación como en el producto final (Lucisano *et al.*, 2012).

Idealmente, la calidad de una pasta cocida al dente debe ser firme, elástica, no debe presentar pegajosidad sobre su superficie y la pérdida por cocción debe ser poca o ninguna, por ello, las ocas al presentar temperaturas de gelatinización entre 57 y 58 °C, indicaría una mayor facilidad de cocción (Glorio *et al.*, 2009).

Uno de los primeros trabajos del estudio de las propiedades reológicas de almidones de tubérculos andinos no convencionales fue el de Hernández *et al.*, (2004), quienes encontraron que las pastas de almidones de oca de 5 a 10 % de almidón se comportaron como sistemas viscoelásticos débiles predominado el carácter elástico (G') sobre el viscoso (G''). También, Cruz *et al.*, (2016) trabajaron con pastas de almidones de oca y olluco y encontraron que ambas pastas tuvieron un comportamiento más elástico que viscoso y los módulos de almacenamiento fueron mayores en pastas de almidón de olluco que en pastas de almidón de oca.

Desde un punto de vista reológico, la consistencia se describe por dos componentes: viscosidad (cuán espeso es el producto, cuán difícil es esparcirlo) y elasticidad (“resistencia estructural”) (Campo, 2018).

2.8. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Además de sus propiedades plásticas y energéticas, los alimentos tienen la capacidad de proteger estructuras de la formación de radicales libres, estas moléculas conocidas como antioxidantes tienen la capacidad de evitar o retrasar la oxidación de moléculas biológicas como proteínas, lípidos y ácidos nucleicos, es por eso, que los alimentos pueden contener compuestos antioxidantes como vitaminas, carotenoides y compuestos fenólicos, entre otros. (Repo de Carrasco *et al.*, 2008).

La determinación de la capacidad antioxidante es útil para valorar la calidad de un alimento, con los métodos disponibles realizan la determinación del efecto potencial de las sustancias antioxidantes, presentes en los alimentos y en el organismo humano, contra las reacciones de oxidación (Benítez *et al.*, 2020).

Los antioxidantes naturales pueden ser: compuestos fenólicos (tocoferoles, flavonoides y ácidos fenólicos), compuestos nitrogenados o carotenoides como la vitamina C (ácido ascórbico); sin embargo, los antioxidantes sintéticos generalmente se componen de estructuras fenólicas con diferentes grados de sustitución alquílica (Vázquez *et al.*, 2022). Un antioxidante es una sustancia capaz de neutralizar la acción oxidante de los radicales mediante la liberación de electrones al medio u otro mecanismo como en la figura 4 (Coronado *et al.*, 2015).

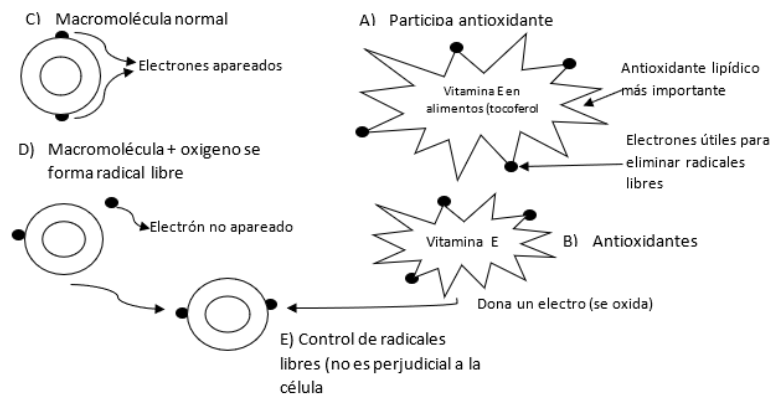


Figura 4: Reacción entre antioxidantes y radicales libres.

FUENTE: Coronado *et al.*, (2015).

Según estudios epidemiológicos, existe una correlación entre la ingesta de frutas y vegetales ricos en antocianinas y los beneficios para la salud. Muchos cultivos andinos pueden contener cantidades significativas de antocianinas, dependiendo de la variedad genética. La especie de oca tiene accesiones de color púrpura, rojo, rosado y matizado, lo que indica que contiene antocianinas. Los compuestos bioactivos hidrofílicos de la quinua, como los ácidos fenólicos, los flavonoides y la actividad antioxidante, y sus posibles beneficios para la salud, son el centro de la investigación (Tang *et al.*, 2015).

Mientras tanto, las frutas, verduras y cereales altamente pigmentados son de particular interés debido a las fuertes actividades antioxidantes ejercidas por compuestos como las antocianinas y los carotenoides. Se ha demostrado que las semillas de quinua de color oscuro contienen antocianinas (Paško *et al.*, 2009).

Al combatir la degeneración inducida por los radicales libres y la muerte celular, los antioxidantes retrasan el envejecimiento. Las personas deben recurrir a alimentos con propiedades antioxidantes que puedan neutralizar los radicales libres que están expuestos diariamente debido a la incapacidad del cuerpo humano para neutralizarlos. (Zavala *et al.*, 2007).

- Antocianinas

Las antocianinas son pigmentos hidrosolubles, que abarcan desde el rojo hasta el azul en varias frutas, vegetales y cereales, pertenecientes a la familia de flavonoides, compuestos por anillo aromáticos a y b unidos por una cadena, Variaciones estructurales del anillo B resultan en seis antocianidinas conocidas (Fig. 5) (Garzón, 2008), además, (Medina, 2021) reportó que en 0 días la capacidad antioxidante es de 15.012 μmol trolox/g y en 6 días 14.757 μmol trolox/g.

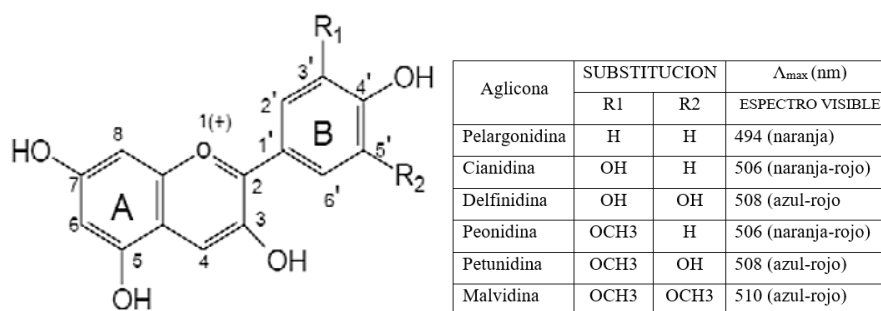


Figura 5: Estructura y sustituyentes de las antocianinas

FUENTE: (Durst y Wrolstad, 2001).

2.9. EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial se define como “una disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar aquellas respuestas a los productos percibidas a través de los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído” (Stone y Sidel, 2004).

- Tipos de pruebas de evaluación sensorial

Los tipos de pruebas sensoriales que se pueden utilizar para evaluar un producto alimenticio se pueden dividir en tres categorías amplias. Estos incluyen análisis descriptivo, pruebas afectivas y pruebas de diferencias. La decisión sobre qué prueba utilizar se basa en el objetivo del trabajo que se realiza. El análisis descriptivo implica el uso de paneles capacitados para evaluar la intensidad de los atributos de las muestras, mientras que las pruebas afectivas utilizan a los consumidores para medir el gusto. Las pruebas de diferencias determinan si existen diferencias en la percepción entre productos (Duizer y Walker, 2016).

Las pruebas de productos a base de cereales que requieren hervido, como la pasta, requieren que los tiempos de ebullición y mantenimiento sean consistentes para todos los

productos y todos los panelistas. La temperatura del producto durante la prueba debe mantenerse constante ya que los atributos del producto a menudo varían con la temperatura. Si las muestras deben mantenerse calientes o frías, deben servirse en un recipiente de poliestireno con tapa para mantener la temperatura. Si las muestras se van a servir a temperatura ambiente, se pueden servir en platos o tazones, según sea necesario (Stone y Sidel, 2004).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITOS DE ESTUDIO

El estudio de investigación se ejecutó en los siguientes lugares:

- Laboratorios Generales (física, química y microbiología) de la Universidad Nacional de Juliaca – Sede La Capilla, Juliaca – Perú.
- Laboratorio Bnios Laboratorios S. R. L. Yanahuara, Arequipa – Perú.
- Laboratorio de Reología de la Universidad de Juliaca – Sede Ayabacas, Juliaca – Perú.
- Laboratorio del Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITAL) de la Universidad Peruana Unión (UPeU), Sede Juliaca – Perú.
- Laboratorio de Cromatografía y Espectrofotometría – pabellón de Control de Calidad, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco (UNSAAC)– Perú.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRAS

Para el presente trabajo de investigación se utilizaron las siguientes materias primas:

- Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) de la variedad K'eny, proveniente de la provincia de Yunguyo, Puno - Perú.
- Dos variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA fueron obtenidas de la Estación Experimental Agraria Illpa, Anexo Salcedo INIA, Puno – Perú.
- Albúmina de huevo (Clara deshidratada pasteurizada estándar CD12), obtenido de la empresa Ovosur.
- Goma Xantana proveniente de la empresa Montana S.A.C. venta de aditivos alimentarios (esencias, colorantes, saborizantes, entre otros).
- Agua.

3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.3.1. Materiales de laboratorio y utensilios

- Bandejas de aluminio
- Secador de pasta de forma espiral
- Espátulas y coladores
- Recipientes y bolsas herméticas (20x32)
- Rodillo
- Vernier
- Cocina eléctrica (Cosmos, Model No:S-101)
- Cronómetro
- Hervidor eléctrico
- Ollas y olla presión
- Vasos precipitados de 50ml, 250ml y 500ml
- Placas petri
- Fiola de 250 ml, matraz Erlenmeyer 250 ml
- Pipeta de 10 ml y propipeta
- Crisoles
- Campana de desecación
- Pinza metálica
- Papel filtro y papel aluminio
- Mesa de trabajo con superficie lisa inoxidable
- Probetas de 1000 mL, 100 mL y 10 mL
- Peras de decantación
- Soporte universal

3.3.2. Equipos

- Tamizador de molienda (tamices analíticos, N° 10 a 200) (Marca Restch)
- Balanza analítica (d=0.001g) (Marca Pioneer)
- Balanza analítica (d=0.1g) (Marca Navigator)
- Laminadora y cortador de pasta
- Reómetro (Anton Para - MCR)
- Texturómetro (Dinamómetro Instron – 34dTm)

- Equipo kjeldahl
- Equipo soxhlet
- Mufla
- Equipo de titulación
- Estufa
- Agitador magnético
- Baño María
- Colorímetro (Espectrofotómetro Minolta)

3.3.3. Reactivos

- Agua destilada
- Hipoclorito de sodio
- Alcohol en gel
- Alcohol 97°, isopropílico.
- Hidróxido de sodio 0.1N
- Fenolftaleína

3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Previo a la ejecución del proyecto se realizó la obtención de las harinas de las materias primas.

3.4.1. Metodología para la obtención de harina de las materias primas (oca Ke'ny, quinua INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA).

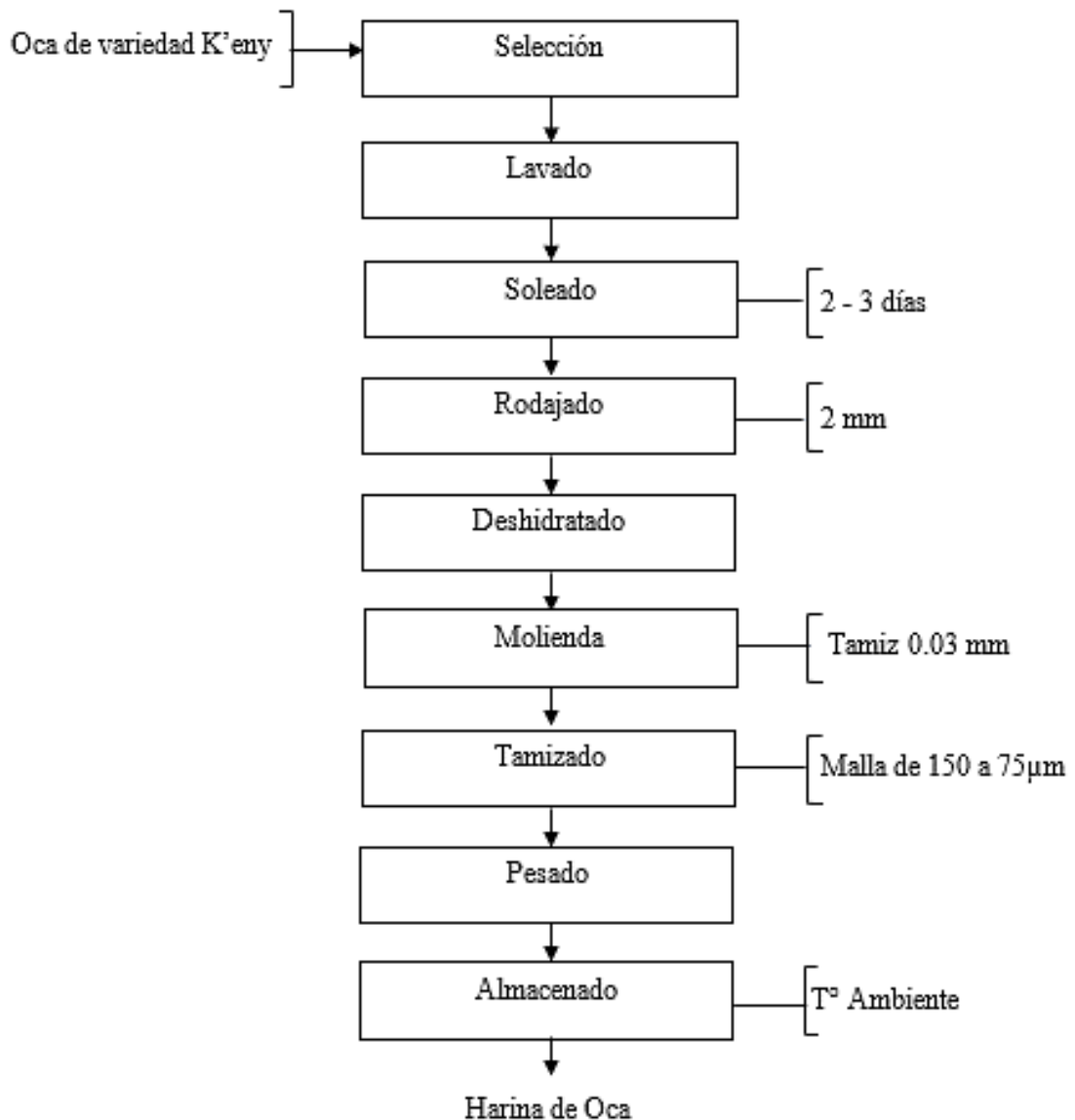


Figura 6: Flujograma para la obtención de harina de oca K'eny.

Adaptado de: Ore Areche *et al.*, (2020).

Descripción de operaciones:

Selección: Esta operación consistió en escoger la materia prima (oca K'eny) fresca, sana, sin presencia de magulladuras ni principios de descomposición por efectos microbianos.

Lavado: Se sumergió la oca en agua y desinfectante (NaClO a una concentración de 0.05%) para eliminar la tierra adherida a su superficie, carga microbiana, materias extrañas y otros residuos.

Soleado: Se expuso la oca a los rayos del sol durante 2 a 3 días, con la finalidad de disminuir el contenido de oxalatos e incrementar en cierta medida la concentración de azúcar, a su vez deshidratando parcialmente el tubérculo. Exponer la oca al sol provoca la transformación de los carbohidratos en azúcares.

Rodajado: Se rodajó la oca a un espesor de aproximadamente de 2 mm, con la finalidad de apresurar su deshidratación (pérdida de agua), reduciendo el tiempo de secado y facilitar la molienda. Ya que, a medida que el agua se elimina de las rodajas de oca, los nutrientes presentes, como los carbohidratos, las vitaminas y los minerales, se concentran en una forma más compacta. Esto significa que una rodaja deshidratada de oca puede contener una mayor cantidad de nutrientes en comparación con una rodaja fresca.

Deshidratado: Se expuso al sol las rodajas de oca para reducir la humedad hasta que quede duro y quebradizo. Para que la deshidratación sea uniforme y rápida es esencial que la materia prima (oca rodajada) se encuentre bien distribuida sobre la superficie (manta). La deshidratación afecta la estructura celular de la oca (reacción de pardeamiento). Al perder agua, las células individuales de la oca se encogen, lo que contribuye a la textura más dura y quebradiza de las rodajas deshidratadas.

Molienda: Una vez deshidratado las rodajas de oca, se procedió a moler utilizando un molino de martillos con un tamiz de 0.03 mm de malla. Durante la molienda, las células de la papa se rompen mecánicamente, lo que libera los componentes intracelulares, como almidón, proteínas, lípidos y agua.

Tamizado: Ya obtenido la harina de oca, se procedió a tamizar, utilizando un tamizador eléctrico con las mallas de 1mm a 75 μ m de las cuales solo se utilizaron las mallas 150 y 75 μ m (granulometría fina) para la elaboración de pastas.

Pesado y almacenado: Se peso cada malla del tamiz (150 μ m a 75 μ m) con una balanza de 2 dígitos, para luego envasarlo y sellarlo en bolsas de polipropileno, posteriormente utilizadas en la producción de pastas.

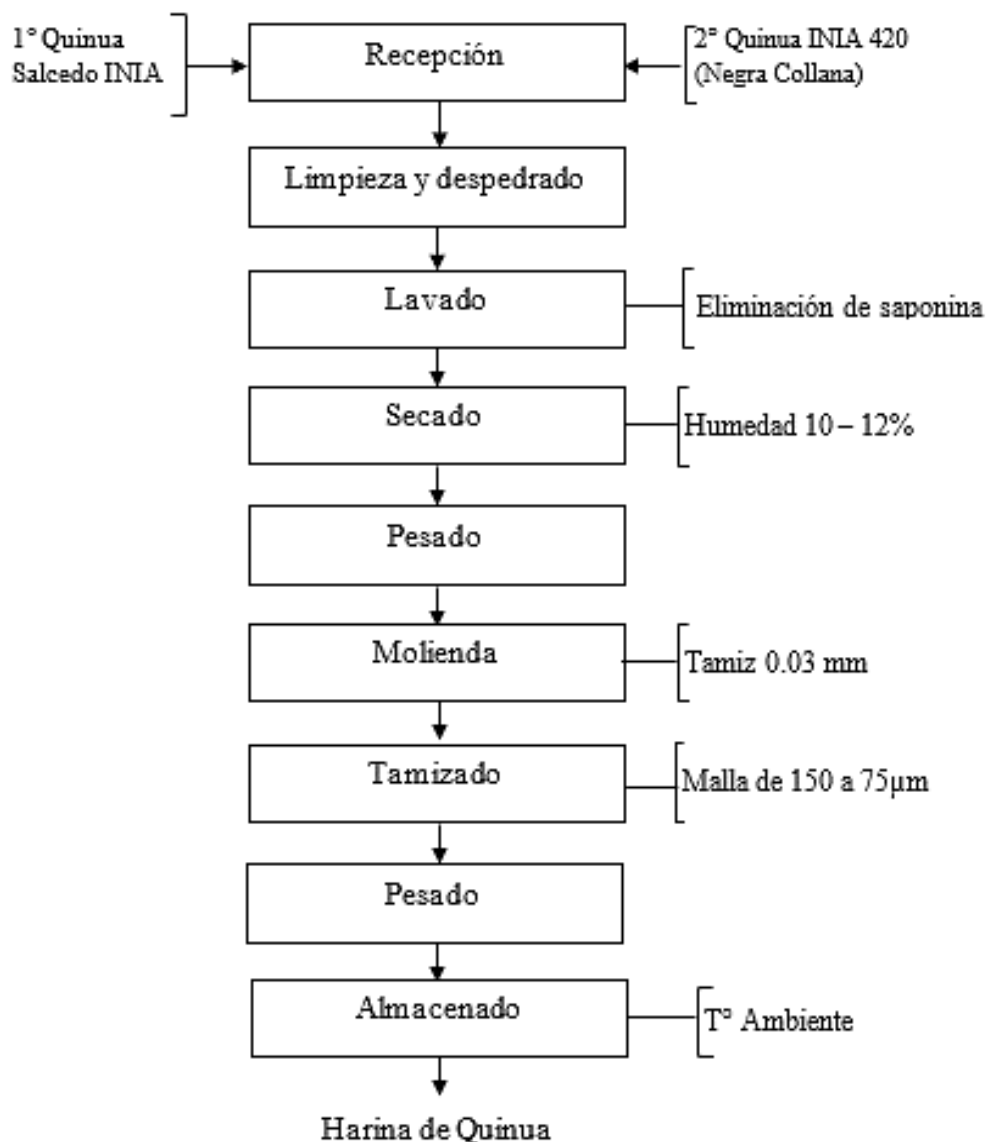


Figura 7: Flujograma para la obtención de harina de quinua.

Adaptado de: Pantoja-Tirado *et al.*, (2020).

Descripción de operaciones:

Recepción: Se recepcionó las materias primas (quinua INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA) en condiciones adecuadas. Toda operación se realizó por separado para cada variedad de quinua.

Limpieza y despedrado: Se retiró de forma manual todas las impurezas como: pajillas, piedrecillas, entre otros. Para posteriormente pasarlo por el despedrado.

Lavado: Una vez despedrado, se procedió a lavar la quinua por vía húmeda con la finalidad de eliminar la saponina del pericarpio de la quinua. La saponina es amarga e

interfiere con la palatabilidad y digestibilidad, ya que es tóxica debido a la actividad hemolítica y capacidad de reducir la tensión superficial.

Secado: Se extendió la quinua lavada de manera homogénea sobre bandejas. El proceso de secado se realizó por deshidratación solar, hasta obtener una humedad entre 10 – 12 %. Durante el secado al sol, el agua presente en los granos de quinua se evapora gradualmente. Esta pérdida de agua es un proceso clave en el secado y contribuye a la conservación de los granos de quinua, evitando el crecimiento de microorganismos y la degradación de los nutrientes. También, esto puede afectar la actividad enzimática y la estabilidad de los nutrientes en la quinua.

Pesado: Se procedió a pesar la quinua seca en una balanza de 2 dígitos.

Molienda: Una vez seco y pesado la quinua, se procedió a moler, utilizando un molino de martillos con un tamiz de 0.03 mm de malla. Al moler los granos de quinua, se rompen las estructuras celulares de la semilla y se liberan los nutrientes almacenados en su interior. Esto facilita la digestión y absorción de los nutrientes por parte del cuerpo y libera compuestos bioactivos.

Tamizado: Ya obtenido la harina de quinua, se procedió a tamizar, utilizando un tamizador eléctrico con las mallas de 1mm a 75 μ m de las cuales solo se utilizaron las mallas 150 y 75 μ m (granulometría fina) para la elaboración de pastas.

Pesado y almacenado: Se pesó cada malla del tamiz (150 μ m a 75 μ m) con una balanza de 2 dígitos, para luego envasarlo y sellarlo en bolsas de polipropileno, posteriormente utilizarlas en la elaboración de pastas.

3.4.2. Metodología para la elaboración de tallarines a partir de oca y 2 variedades de quinua (INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA).

Para la elaboración de tallarines a partir de oca y quinua (INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA), se realizó de acuerdo al siguiente diagrama de proceso:

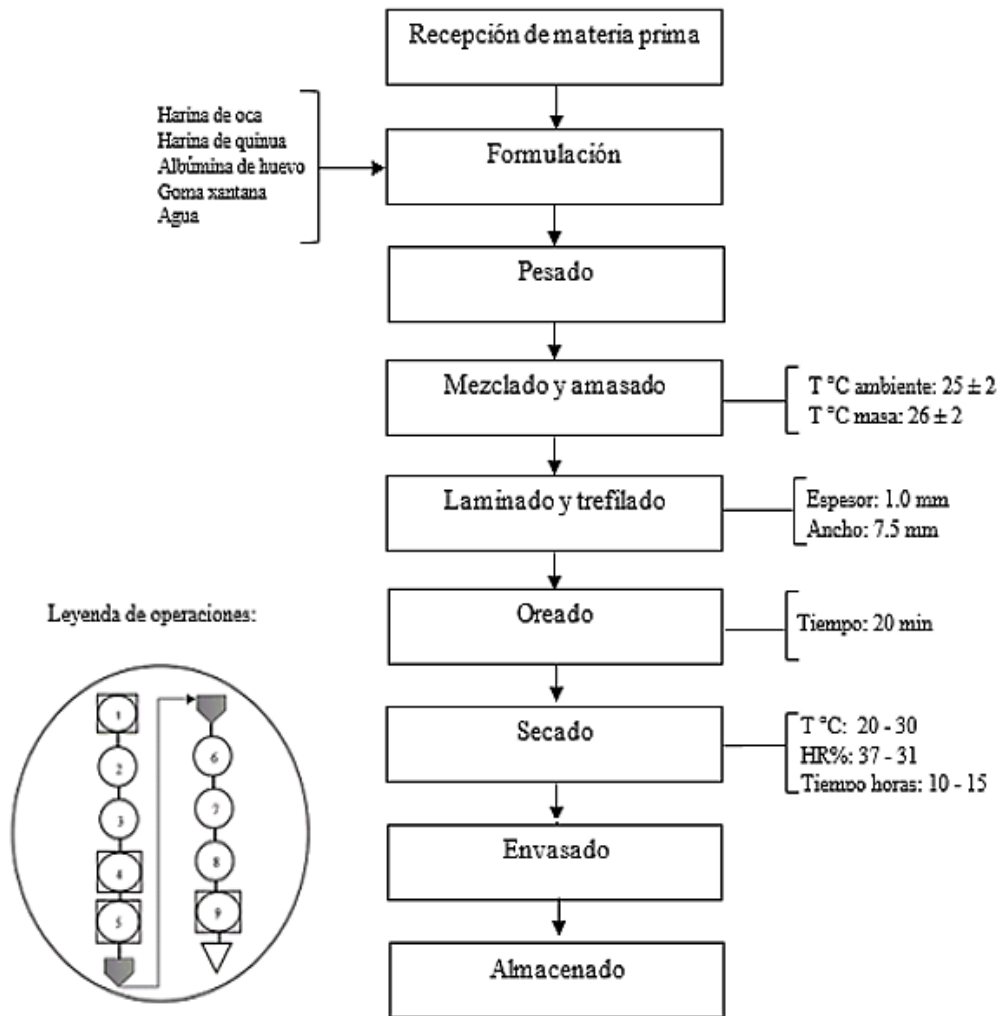


Figura 8: Diagrama del proceso de elaboración del Tallarín.

Adaptado de: Satán, (2022); Scarton y Clerici (2022).

Descripción del diagrama de flujo para la obtención de tallarines.

Formulación: Se ha efectuado la formulación de las mezclas para lo cual se utilizaron harina de oca de la variedad K’eny (obtenida de acuerdo a la figura 6) y harina de quinua (INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA), obtenida de acuerdo a la figura 7, albúmina de huevo, goma Xantana y agua; dicha formulación se ha desarrollado de acuerdo a un “diseño de mezclas” denominado “Simplex lattice”, para lo cual se ha utilizado el programa Desing- Expert 13, con una combinación de 7 formulaciones óptimos.

Pesado: Se realizó el pesado de todos los ingredientes de acuerdo a la formulación planteada, para lo cual se utilizó una balanza analítica de 2 dígitos.

Mezclado y amasado: Se agregaron los ingredientes en seco (primero solo las harinas) por 300 segundos en una mezcladora y luego gradualmente se agregó agua por la formulación (hidratación uniforme de los ingredientes), para el desarrollo de la masa. Manteniendo un estrecho control de la temperatura del ambiente (25 ± 2 °C) y (26 ± 2 °C) para la masa. Después se dejó reposar la masa por un promedio de 15 a 30 min.

Laminado y trefilado (corte): La masa reposada en el proceso anterior pasa a través de un juego de rodillos laminadores hasta obtener el espesor adecuado (los fideos se encuentran entre 1.0mm y 7.5 mm de ancho), luego se deja descansar la lámina para una mejor red de matriz proteica. Después se procedió al corte longitudinal de la lámina mediante los rodillos de corte, obteniendo tiras de fideos. El laminado se realizó en una laminadora y cortadora, sobre una superficie lisa y plana.

Oreado: Este proceso permitió la conservación de la forma de los fideos, el objetivo es eliminar la humedad de la superficie, para endurecer las hebras de los fideos y evitar que se estiren y rompan al colgarlos en la cámara de secado y se realizó por no más de 20 minutos.

Secado: Se realizó en una cámara de secado, este se llevó a cabo a una temperatura ambiente (alrededor 20°C – 30°C) y humedad relativa (27 – 31%) durante un rango de 10 a 15 horas. Luego se procedió a secar lentamente a temperatura ambiente, para obtener un producto fuerte y estable, así lograr un contenido de humedad final inferior de 14 a 12.5 %; humedad que permite a los fideos conservarse en el almacenamiento. Se realizó en bandejas de aluminio, en un lugar fresco y seco.

Envasado y almacenado: El producto se envasó en bolsas de polipropileno para asegurar la no contaminación del producto y guardados en un lugar fresco y seco.

3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL POR OBJETIVOS

3.5.1. Para el objetivo 1.

Determinar las mezclas adecuadas de harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA para la elaboración de tallarines en función a la composición química proximal, para luego evaluar la calidad de cocción, color, textura, humedad y acidez.

Variable independiente:

- Harina de oca, harina de quinua Salcedo INIA y INIA 420 Negra Collana, agua y albúmina de huevo (Formulaciones: F1, F2, F3, F4, F5, F6 y F7).

Variables dependientes:

- Calidad de cocción.
- Color y textura.
- Contenido de humedad.
- Acidez titulable.

Diseño experimental utilizado.

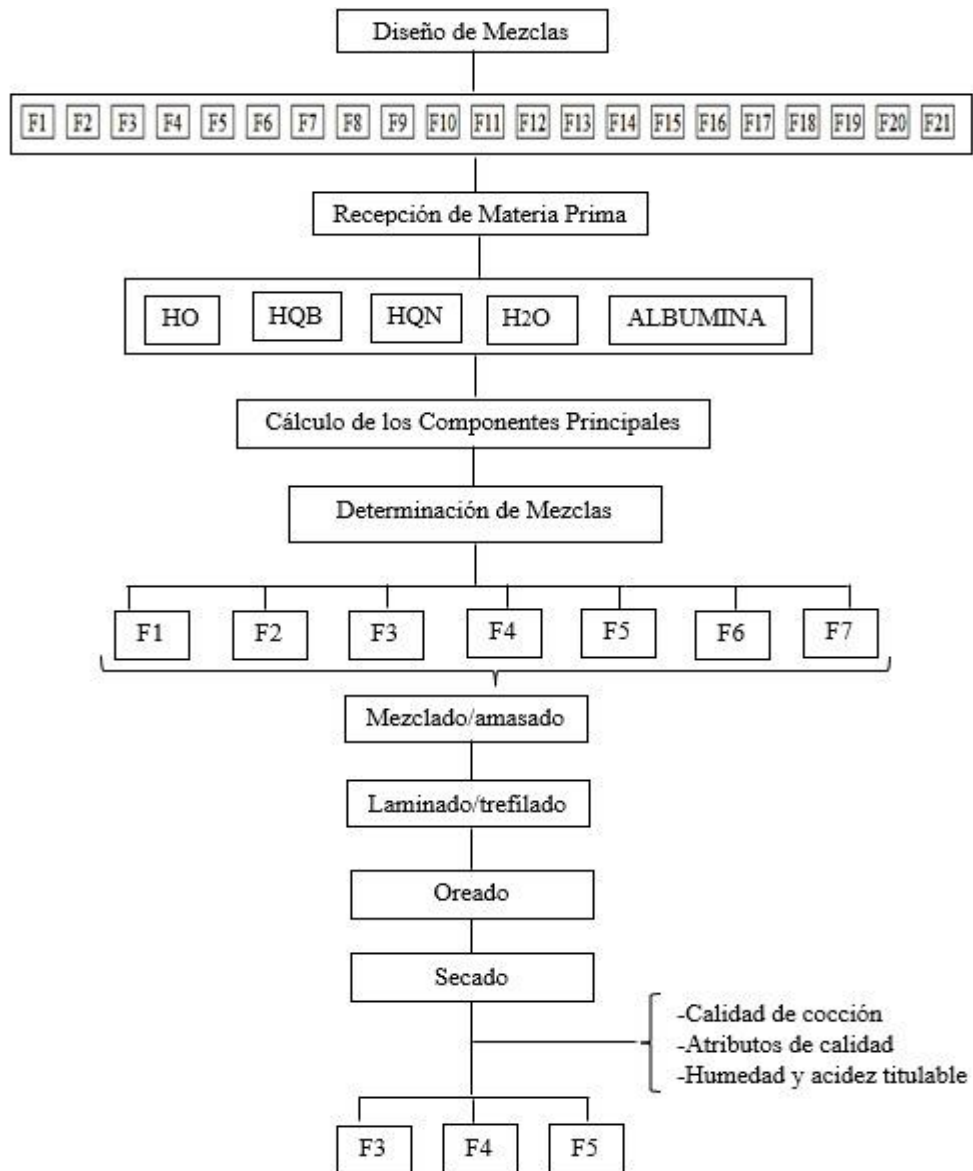


Figura 9: Diagrama experimental para la elaboración de tallarines.

Diseño de Mezclas

Se ha realizado de acuerdo a Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar (2008), al planear un experimento con mezclas se decide, aplicar las mezclas con base en un diseño simplex-lattice, tendrán “q” componentes o ingredientes y cada tratamiento en el experimento consiste en una combinación o mezcla de dichos ingredientes. Las proporciones de los componentes de la mezcla, denotadas por x_1, x_2, \dots, x_q , deben cumplir con dos restricciones:

$$0 \leq X_i \leq 100, \text{ para cada componente } i$$

$$\sum_{i=1}^q X_i = X_1 + X_2 + \dots + X_q = 100 \quad (1)$$

Primero, se establece que las proporciones deben ser valores entre cero y cien; la segunda condición es que la suma de las "q" proporciones sea igual a uno. Obtenemos las 21 mezclas, las mismas que se detallan en la tabla 11.

Tabla 11: Matriz de diseño Simplex Lattice.

CORRIDAS	COMPONENTES				
	HO	HQN	HQB	Agua	Albúmina de huevo
1	100	0	0	0	0
2	0	100	0	0	0
3	0	0	100	0	0
4	0	0	0	100	0
5	0	0	0	0	100
6	50	50	0	0	0
7	50	0	50	0	0
8	50	0	0	50	0
9	50	0	0	0	50
10	0	50	50	0	0
11	0	50	0	50	0
12	0	50	0	0	50
13	0	0	50	50	0
14	0	0	50	0	50
15	0	0	0	50	50
16	60	10	10	10	10
17	10	60	10	10	10
18	10	10	60	10	10
19	10	10	10	60	10
20	10	10	10	10	60
21	20	20	20	20	20

Nota: HO = harina de oca; HQN = harina de quinua INIA420; HQB = harina de quinua Salcedo INIA.

Luego se ha realizado el calculo de los componentes para cada una de las mezclas por lo cual se ha utilizado la composición químico proximal de los componentes principales que se muestran en la tabla 12, además de una programación lineal

- **Programación lineal**

La programación lineal según Boirivant, (2009); Chungchunlam *et al.*, (2020) es un método matemático que permite analizar y elegir la mejor entre muchas alternativas. La expresión matemática del objetivo se llama función objetivo. La función objetivo lineal se puede representar de las siguientes maneras:

$$f(x) = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (2)$$

o utilizando la notación de sumatorias

$$f(x) = \sum_{i=1}^{Nf} C_iX_i \quad (3)$$

Donde:

f (x) = Función objetivo lineal.

Nf = Número de componentes.

Ci = Cantidad porcentual de composición de la materia prima.

Xi = Proporciones de los componentes.

Tabla 12: *Composición de los componentes principales para la elaboración de tallarines.*

INGREDIENTES	Proteína (%)	CHO's (%)	Grasa (%)	Agua (%)	Cenizas (%)
Harina de oca	6.66	80.5	0.65	8.2	3.99
Harina de quinua INIA 420	15.99	67.45	5.44	8.7	2.42
Negra Collana					
Harina de quinua Salcedo	12.41	68.12	5.29	12.5	1.68
INIA					
Agua	0	0	0	100	0
Albúmina de huevo	73.5	13	1.5	6	6

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 13, puesto que no se puede lograr una mezcla con 100% de un solo componente, ya sea, harina de oca, quinua, huevo o agua.

Tabla 13: Componentes principales.

Corridas	Componentes				Composición proximal en funcion de la						
						Tabla 12					
	HO	HQ N	HQ B	Agu a	AH	Protein a	CHO's	Gra sa	Agua	Ceniz as	
1	100	0	0	0	0	6.66	80.5	0.65	8.2	3.99	
2	0	100	0	0	0	15.99	67.45	5.44	8.7	2.42	
3	0	0	100	0	0	12.41	68.12	5.29	12.5	1.68	
4	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	
5	0	0	0	0	100	73.5	13	1.5	6	6	
6	50	50	0	0	0	11.325	73.975	3.05	8.45	3.205	
7	50	0	50	0	0	9.535	74.31	2.97	10.35	2.835	
8	50	0	0	50	0	3.33	40.25	0.33	54.1	1.995	
9	50	0	0	0	50	40.08	46.75	1.08	7.1	4.995	
10	0	50	50	0	0	14.2	67.785	5.37	10.6	2.05	
11	0	50	0	50	0	7.995	33.725	2.72	54.35	1.21	
12	0	50	0	0	50	44.745	40.225	3.47	7.35	4.21	
13	0	0	50	50	0	6.205	34.06	2.65	56.25	0.84	
14	0	0	50	0	50	42.955	40.56	3.40	9.25	3.84	
15	0	0	0	50	50	36.75	6.5	0.75	53	3	
16	60	10	10	10	10	14.186	63.157	1.61	17.64	3.404	
17	10	60	10	10	10	18.851	56.632	4.01	17.89	2.619	
18	10	10	60	10	10	17.061	56.967	3.93	19.79	2.249	
19	10	10	10	60	10	10.856	22.907	1.29	63.54	1.409	
20	10	10	10	10	60	47.606	29.407	2.04	16.54	4.409	
21	20	20	20	20	20	21.712	45.814	2.58	27.08	2.818	

Nota: Donde = HO, harina de oca K'eny; HQN = harina de quinua INIA420 Negra Collana; HQB = harina de quinua Salcedo INIA, AH = albúmina de huevo y CHO's = carbohidratos.

- Obtención de las formulaciones en el programa Design – Expert 13 versión prueba.

Por ello, según López *et al.*, (2002) sostiene que los puntos de un diseño de mezclas Simplex Lattice están distribuidos uniformemente sobre toda la región simplex. Un simplex lattice para “q” componentes está relacionado con un modelo polinómico de grado “m”, éste se denota como un diseño simplex lattice {q, m}. Las proporciones para cada uno de los “q” componentes son los (m+1) valores igualmente espaciados de 0 a 1 definidos como:

$$Xi = 0, \frac{1}{m}, \frac{2}{m}, \dots, 1; i = 1, 2, \dots, q \quad (4)$$

Entonces, se ha aplicado el diseño de mezclas Simple Lattice para lo cual se procedió a realizar las restricciones con los componentes principales como se muestra en la tabla 14. Las restricciones corresponden a los límites máximos y mínimos de cada uno de los componentes para obtener valores en un rango más estrecho (Valencia, 2003).

Tabla 14: Restricciones con los límites máximos y mínimos.

INGREDIENTES	Restricciones (%)	
<i>C: harina de quinua INIA 420 Negra Collana</i>	<i>in range</i>	25
<i>C: harina de quinua salcedo INIA</i>	<i>in range</i>	15
<i>C: harina de oca de la variedad K'eny</i>	<i>Ninguna</i>	-
<i>C: albumina de huevo</i>	<i>Ninguna</i>	-
<i>C: agua</i>	<i>ninguna</i>	-
CP: Proteína	<i>Target</i>	14
CP: Humedad	<i>Target</i>	34
CP: Carbohidratos	<i>Ninguna</i>	-
CP: Grasa	<i>Ninguna</i>	-
CP: Ceniza	<i>Ninguna</i>	-

Nota: C = componentes y CP = composición proximal.

Una vez definidos los límites de harina de quinua (INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA), proteína y humedad, se realizó la optimización mediante el diseño de mezclas Simplex lattice con ayuda del software Design-Expert 13 versión prueba, cuyos resultados se muestran en la tabla 15 y figura 1.

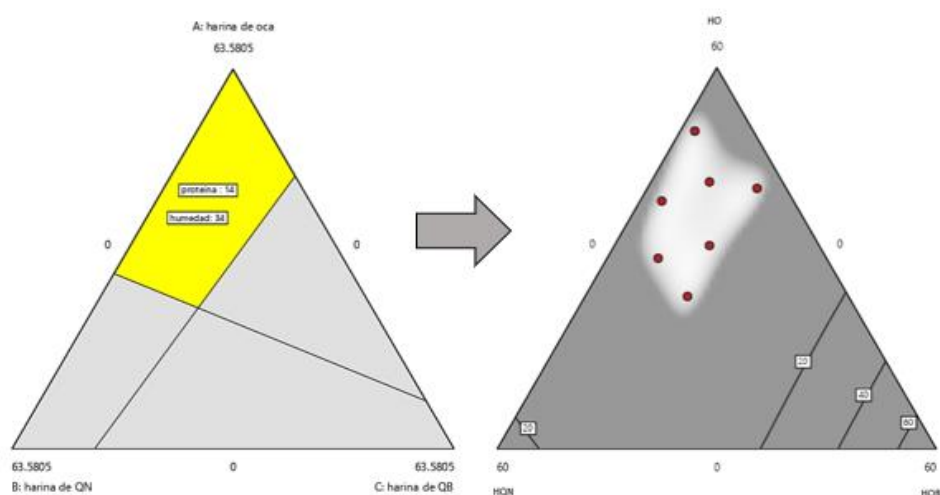


Figura 10: Gráfico del diseño mezclas Simplex Lattice con la región de puntos Simplex óptimos para la producción de tallarines.

Tabla 15: Formulaciones óptimas para la producción de tallarines.

Formulaciones	Harina de oca K'eny (%)	Harina de quinua INIA 420 Negra Collana (%)	Harina de quinua Salcedo INIA (%)	Agua (%)	Albúmina de huevo (%)	Goma Xantana (%)
F1	25.60	22.62	15.00	27.50	9.27	
F2	29.55	25.00	8.06	27.82	9.57	
F3	32.43	15.20	14.41	27.60	10.37	
F4	39.57	18.65	2.69	28.14	10.95	1
F5	41.45	3.99	15.00	27.67	11.89	
F6	42.48	9.67	8.19	27.95	11.71	
F7	50.28	7.63	1.13	28.31	12.64	

Nota: Cada formulación se realizó por triplicado.

Métodos De Análisis

- **Determinación de la calidad de cocción.**

Tiempo de cocción.

El método usado para determinar el tiempo de cocción fue de acuerdo a la AACC método 66-50 (AACC, 2000) , para lo cual se pesaron 25 g de fideos (3 mm de ancho y 2 mm de

espesor), y se colocaron en 300 ml de agua destilada a ebullición en un vaso de precipitado de 500 ml, se colocó una tapa de aluminio para evitar la evaporación de la misma, y durante la cocción se fueron retirando muestras cada 30 segundos para observar la desaparición del núcleo opaco, este paso se repitió hasta no observar más partes del producto sin cocer, estableciéndose el tiempo óptimo de cocción.

Porcentaje de agua absorbida.

El método usado para determinar el porcentaje de agua absorbida fue de acuerdo al AACC método 66-50 (García-Valle *et al.*, 2021), se cocieron 25 g de fideos en 300 ml de agua destilada en un vaso de precipitados de 500 ml. Luego, se enjuagaron con agua fría y se escurrieron durante 30 s. La absorción de agua durante la cocción de la pasta se calculó en función del aumento de su peso y se expresó como:

$$Aa (\%) = \frac{APC - API}{API} \times 100 \quad (5)$$

Donde:

Aa: Agua absorbida (g agua/100g producto crudo).

APC: Peso del producto cocido

API: Peso del producto crudo (inicial).

El ensayo se realizó por triplicado.

Aumento de volumen

Se midió el largo, ancho y espesor de las pastas, antes y después de la cocción mediante el uso de un calibre digital electrónico (vernier) (Kang *et al.*, 2017).

$$Av (\%) = \frac{VPC - VPI}{VPI} \times 100 \quad (6)$$

Donde:

AV: Aumento porcentual de volumen.

VPC: Volumen del producto cocido.

VPI: Volumen del producto crudo (inicial).

El ensayo se realizó por triplicado.

Pérdida de sólidos por cocción

El método usado fue AACC 66-50 (AACC, 2000; El-Sohaimy *et al.*, 2020) el cual determinó la cantidad de sustancia sólida pérdida en el agua de cocción. Inicialmente se

colocó una muestra de 25 g (3 mm de ancho y 2 mm de espesor), en 500 ml de agua destilada a ebullición en un vaso de precipitado de 500 ml. Tras completar el tiempo óptimo de cocción, se retiró la muestra y trasladó en una placa Petri, que luego se introdujo en una estufa a 105°C hasta evaporar completamente. El residuo resultante se pesó y se reportó como gramos de materia perdida/ 100 g de pasta. Se realizó por triplicado.

$$CL (\%) = \frac{M_{residuo}}{M_{cruda}} \times 100 \quad (7)$$

Donde:

$M_{Residuo}$: Masa de residuo seco determinada en el agua de cocción (g).

M_{Cruda} : Peso del producto crudo (g).

- **Determinación de color y textura.**

Color: Se determinó el color utilizando un espectrofotómetro Konica Minolta portátil (Modelo CM-700d/600d, Konica Minolta Sensing, Inc., Japón) con su software SpectraMagic NX. Antes, se calibró usando una placa blanca estándar. Las pastas se colocaron una al lado de la otra y se colocó suavemente sobre cada muestra para medir el color, los datos se registraron en 3 ubicaciones diferentes de cada muestra, tomándose tres lecturas de cada muestra de pasta. Las pruebas se realizaron por triplicado. Los valores se informaron utilizando la escala de colores CIELAB donde los valores L^* denotan claridad u oscuridad, los valores a^* significan enrojecimiento o verdor, y los valores b^* denotan amarillez o azul (Arribas *et al.*, 2020; Bolarinwa y Oyesiji, 2021).

Textura: Se evaluaron las características de textura de los tallarines, basándose en los parámetros dados por Kang *et al.*, (2017); Ramos *et al.*, (2023), con modificaciones. Las características de textura de los tallarines, para ello inicialmente se cocinaron 30g en 300 ml de agua destilada hasta el tiempo óptimo de cocción de los tallarines. Luego de cocidos se enfriaron en un colador para eliminar el agua restante, durante 30 segundos. Se prepararon los tallarines de 2 mm de espesor y 90 mm de longitud para el análisis del perfil de textura utilizando un equipo analizador de textura (Dinamómetro Instron – 34dTm) con celda de carga de 500 N, con un plato de compresión y las condiciones de la prueba fueron las siguientes: El proceso implicó una distancia de compresión de 20 mm;

velocidad de ensayo de 1 mm/s; pre carga 0.10 N; una deformación 50 % y un intervalo de 5 s entre dos acciones de compresión. Los parámetros evaluados fueron: dureza, cohesividad, elasticidad, masticabilidad, gomosidad. El texturómetro realiza un análisis automatizado de los datos de fuerza-deformación recopilados durante el doble ciclo de compresión del análisis del perfil de textura, que determina todos estos atributos. Las mediciones se replicaron 10 veces por cada tratamiento.

- **Determinación del contenido de humedad.**

Se realizó por el método NTP 206.011; para la preparación de muestras en productos secos (con menos del 16% de humedad), una muestra de 100 g de tallarines (en base seca) se molió hasta pasar por un tamiz N° 18 y se homogenizó. Luego, se pesaron de 3 g a 5 g de la muestra preparada en una placa Petri previamente tarada. Las muestras se colocaron en una estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas. Al finalizar el tiempo, se retiraron las muestras de la estufa y se enfriaron en un desecador hasta alcanzar T° ambiente, para luego pesar la masa desecada, finalmente presentando los resultados en la siguiente fórmula:

$$H = \frac{(m-m1) \times 100}{m} \quad (8)$$

Donde:

H: Humedad en g/100g.

m: Masa, en gramos, de la muestra original.

m1: Masa, en gramos, de la muestra seca.

- **Determinación de acidez titulable.**

Se realizó por el método NTP 206.013; se tomó una muestra de 100 g de tallarines, que se molió hasta pasar por un tamiz N° 40 y se homogenizó. Luego, se tomaron 10 g de la muestra y se añadieron 100 cm³ de agua destilada. La mezcla se agitó cada 10 minutos durante 1 hora. Después, se filtró a través de un papel filtro en un matraz aforado de 200 cm³, completando el volumen con agua destilada. A continuación, se tomó una alícuota de 20 cm³ del filtrado, que se transfirió a un Erlenmeyer y se le añadieron 5 gotas de fenolftaleína. Finalmente, se tituló con una solución de NaOH 0.1 N, y los resultados se presentaron utilizando la siguiente fórmula:

$$H = \frac{V \times N \times 0.045 \times 100}{m} \times \frac{200}{20} \quad (9)$$

Donde:

H: Porcentaje de ácido oxálico.

V: Volumen de la solución de NaOH, gastados en cm³.

N: Normalidad de álcali.

0.045: Miliequivalente del ácido oxálico.

m: Masa de la muestra en gramos.

20: Alícuota.

Diseño estadístico

Se trabajó con el diseño estadístico DCA (Diseño Completamente al Azar), cuyo modelo matemático es el siguiente según Gutierrez, H. 2008:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij}: Es la j-ésima se hizo en el tratamiento i (observación de variables dependientes).
- μ: Es la escala común a todos los formulaciones, llamado media global.
- τ_i: Mide el efecto del tratamiento i.
- ε_{ij}: Error atribuible a la medición Y_{ij}.

Los datos fueron evaluados mediante el D.C.A. para ello se ha utilizado el software STATGRAPHICS Centurion XVII.I (versión prueba) con tres repeticiones.

3.5.2. Para el objetivo 2.

Evaluar las características organolépticas de los tallarines con harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA de las 3 muestras con mejores propiedades en el objetivo 1.

Variable independiente:

- Formulaciones: F3, F4 y F5.

Variables dependientes:

- Evaluación sensorial: escala hedónica de 5 puntos.

Diagrama experimental utilizado.



Figura 11: Diagrama experimental para la elaboración de tallarines.

Método de análisis

Se utilizó la prueba de aceptabilidad, el cual se realizó a 100 consumidores no entrenados; dicha evaluación se realizó con una ficha de evaluación sensorial (anexo 24) para evaluar la apariencia general, olor, color, sabor y textura a una escala hedónica de 5 puntos (1: me disgusta muchísimo, 2: me disgusta, 3: ni me gusta ni me disgusta, 4: me gusta, 5: me gusta muchísimo); la evaluación se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional de Juliaca – Ayabacas. Los tallarines fueron coccionados antes de los procedimientos sensoriales, estos se cocinaron en agua hirviendo según el tiempo óptimo de cocción y se sirvieron (25 g) a los panelistas inmediatamente después de la cocción, en un recipiente de plástico (8 oz) codificado con un código aleatorio de 3 dígitos. Todas las muestras fueron presentados de forma aleatoria y simultánea a cada consumidor. También se le dio agua mineral a los consumidores para que se enjuagaran la boca en cada evaluación.

Diseño estadístico

Se trabajó con el diseño estadístico DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar), cuyo modelo matemático es el siguiente según Gutierrez, H. 2008:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + y_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} : Es la medición que corresponde al tratamiento i y al bloque j .

- μ : Media global poblacional

- τ_i : Efecto debido al tratamiento i

- γ_j : Efecto debido al bloque j

- ε_{ij} : Error aleatorio atribuible a la medición Y_{ij} .

Los datos fueron evaluados mediante el D.B.C.A. para ello se ha utilizado el software STATGRAPHICS Centurion XVII.I (versión prueba) con tres repeticiones.

3.5.3. Para el objetivo 3.

Determinar la composición químico proximal, contenido de micronutrientes (calcio y litio), contenido de gluten, capacidad antioxidante y propiedades reológicas de los tallarines con harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA de las 3 muestras con mejores propiedades en el objetivo 1.

Variable independiente:

- Formulaciones: F3, F4 y F5.

Variables dependientes:

- Composición químico proximal.
- Contenido de micronutrientes (calcio y litio).
- Contenido de gluten
- Capacidad antioxidante
- Propiedades reológicas.

Diagrama experimental utilizado.

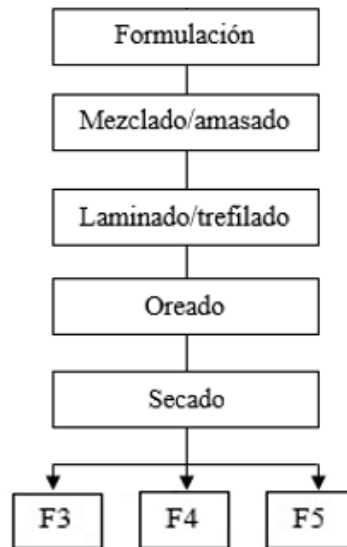


Figura 12: Diagrama experimental para la elaboración de tallarines.

Métodos de análisis

- **Composición químico proximal.**

Se analizó la composición químico proximal de los tallarines, donde se determinó la humedad, proteína, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos y energía. Los métodos usados fueron del MANUAL DE MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DE ALIMENTOS (Ver anexo 23).

- **Contenido de micronutrientes.**

Se analizaron los metales totales de los tallarines por ICP-MS, donde el método usado fue Digestion + EPA METHOD 6020 B, Rev.2 2014 Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry (Ver anexo 23).

- **Contenido de gluten.**

Se analizó el contenido de gluten (Bruto). El método empleado fue de (Lees, 1982) Análisis de los alimentos. Métodos analíticos y de control de calidad (Anexo 27). Se homogeneizaron 100 g de muestra y 100 ml de agua en una cápsula de evaporación de gran tamaño con la ayuda de una espátula. Se añadieron otros 500 ml de agua y se mezcló durante 3-4 minutos. La mezcla se dejó en reposo durante una hora. El líquido fue decantado a través de un filtro de seda fina. El residuo del filtro se arrastró hacia la cápsula

que contenía el resto de la muestra. Se repitió la extracción con agua dos veces más, omitiendo la reincorporación del almidón durante la última extracción. La masa se transfirió a una cápsula de evaporación previamente pesada y el residuo se comprimió tan compactamente como fuera posible. Por último, se desecó a 105 °C durante seis horas.

- **Capacidad antioxidante.**

Inicialmente, se realizó la extracción por dilución de los tallarines para evaluar la actividad antioxidante los cuales se obtuvieron de la siguiente manera: se pesó 1 g de tallarín por muestra, se adicionaron 2 mL de etanol 50% v/v, se agitó esta mezcla durante 30 min y posteriormente paso a centrifugarse a 400 rpm durante 10 min. Se recuperó el sobrenadante para almacenarse a 4°C. Para formar el radical ABTS, se preparó 25 mL de ABTS a una concentración de 7 mM con K₂S₂O₈ 2,45 mM, diluido en agua destilada, la mezcla se dejó en reposo en la oscuridad durante 16 horas. Para el análisis se diluyo 2000 µL del radical ABTS en 200 mL de buffer, a una longitud de onda de 734 nm en un espectrofotómetro (Génesis 20-Thermo Electro). Para determinar la capacidad antioxidante, colocaron 100 µL de la dilución del radical ABTS en tubos de ensayo, se homogenizó y reposó por 30 minutos cubierto con papel aluminio. Transcurrido el tiempo medir la absorbancia. Para la muestra blanco se utilizó buffer fosfato y radical ABTS, luego se realizó una curva de calibración de TROLOX, para extrapolar con la absorbancia final de cada muestra restándoles el blanco y así determinar la capacidad antioxidante de los extractos los cuales fueron expresados como µmol equivalente Trolox en 100 g de muestra. La oxidación de ABTS se calculó utilizando la siguiente fórmula: (Matuszewska *et al.*, 2018; X. Zhang *et al.*, 2018).

$$ABTS^+ \text{ efecto de barrido (\%)} = \frac{A_{control} - A_{muestra}}{A_{control}} \times 100$$

Donde:

A_{control}: Absorbancia del control.

A_{muestra}: Absorbancia del compuesto / estándar probado.

Diseño estadístico

Se trabajó con el diseño estadístico DCA (Diseño Completamente al Azar) para la composición químico proximal, contenido de micronutrientes (calcio y litio), cuyo modelo matemático es el siguiente según Gutierrez, (2008):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} : Es la j -ésima se hizo en el tratamiento i (observación de variables dependientes).
- μ : Es la escala común a todos los formulaciones, llamado media global.
- τ_i : Mide el efecto del tratamiento i .
- ε_{ij} : Error atribuible a la medición Y_{ij} .

Los datos fueron evaluados mediante el D.C.A. para ello se ha utilizado el software STATGRAPHICS Centurion XVI.I (versión prueba) con tres repeticiones.

- **Propiedades reológicas.**

La medición reológica dinámica de las propiedades reológicas de los tallarines, se realizó basándose en los parámetros dados por Torres Vargas *et al.*, (2021), donde el módulo de almacenamiento (G') y pérdida (G'') en un rango de f de 0.5 a 10 Hz se realizaron en un reómetro rotacional (MCR 72, Anton Paar Inc., Austria) con una geometría plato/plato. Para este ensayo se coccionaron 20 g en 300 ml de agua destilada hasta el tiempo óptimo de cocción de los tallarines, de los cuales solo se tomó las hebras necesarias para cubrir el área de compresión. Las mediciones se realizaron a 30 °C en un espacio fijado de 2 mm. Se realizó un barrido de amplitud para determinar la región viscoelástica lineal a una f constante de 1 Hz a una deformación entre 0.01 al 100 %. Los espectros mecánicos se representaron en un rango de frecuencia (ω) de 0.5 a 10 Hz en un ángulo de deformación de 0.07 %. Todos los datos obtenidos se recolectaron en el software acoplado al reómetro Rheoplus/32 V3.10.

3.6. HIPÓTESIS

3.6.1. Hipótesis general

- La mezcla adecuada de los tallarines de harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA presentará mejores propiedades en base a la calidad de cocción, color, textura, humedad, acidez, evaluación sensorial, contenido de micronutrientes, capacidad antioxidante y propiedades reológicas aceptables, sin presencia de gluten.

3.6.2. Hipótesis específicas

- Las mezclas con mayor contenido de harina de oca de la variedad K'eny presentan mejor composición químico proximal para la elaboración de tallarines con harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA, y mejor calidad de cocción, color, textura, humedad y acidez.
- Los tallarines con mayor proporción de harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA presentan características organolépticas aceptables.
- Los tallarines con mayor proporción de harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA presentan mejor composición químico proximal, contenido de micronutrientes (calcio y litio), sin presencia de gluten, capacidad antioxidante y propiedades reológicas aceptables.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LA MATERIA PRIMA.

Para el desarrollo de pasta tipo tallarin, se analizaron las materias primas a fin de ver los cambios durante el procesamiento de las harinas para la producción de los tallarines con harina de oca K'eny y harina de quinua (INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA).

Tabla 16: *Composición proximal de harina de oca K'eny y harina de quinua variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA.*

Componentes	Harina de oca K'eny	Harina de quinua INIA 420 Negra Collana	Harina de quinua Salcedo INIA
Cenizas (%)	3.99	2.42	1.68
Fibra cruda (%)	3.45	5.87	0.75
Grasa (%)	0.65	5.44	5.29
Energía (kcal/100g)	354.49	382.72	369.73
Proteína (%) F=6.25	6.66	15.99	12.41
Carbohidratos (%)	80.50	67.45	68.12
Humedad (%)	8.2	8.7	12.5
Calcio (mg/Kg)	291.32	751.89	524.02
Litio (mg/Kg)	0.03788	0.16856	0.04684

Según Gao *et al.*, (2018) informaron que las harinas de trigo sarraceno, amaranto, quinua y avena se han utilizado ampliamente en la producción de productos sin gluten como la pasta debido a su alto valor nutricional ya que no contienen gluten. Asu vez, Mastromatteo *et al.*, (2011) indicaron que la harina de quinua tuvo una buena capacidad para formar una red física como la formada por el gluten, así mismo, el empleo de hidrocoloides permitió mejorar las características de los tallarines, por lo que se usó como sustituto del gluten.

4.2. DETERMINACIÓN DE LAS MEZCLAS ADECUADAS DE HARINA DE OCA DE LA VARIEDAD K'ENY Y HARINA DE QUINUA DE LAS VARIEDADES INIA 420 NEGRA COLLANA Y SALCEDO INIA PARA LA ELABORACIÓN DE TALLARINES EN FUNCIÓN A LA COMPOSICIÓN QUIMICO PROXIMAL, PARA LUEGO EVALUAR LA CALIDAD DE COCCIÓN, COLOR, TEXTURA, HUMEDAD Y ACIDEZ.

4.2.1. Calidad de cocción

Se evaluó la calidad de cocción a las 7 formulaciones de tallarines a base de harina de oca de la variedad K'eny (HO) y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana (HBN) y Salcedo INIA (HQB) con respecto al tiempo de cocción (TC), absorción de agua, grado de hinchamiento y pérdida de sólidos.

Tabla 17: Resultados de la calidad de cocción de los tallarines de harina de oca y quinua.

F	TIEMPO DE COCCIÓN SECO (min)	AGUA ABSORBIDA (%)	AUMENTO DE VOLUMEN (%)	PÉRDIDA DE SÓLIDOS (%)
F1	8.28 ± 0.00 ^f	137.26 ± 0.01 ^b	159.04 ± 0.80 ^c	0.53 ± 0.07 ^c
F2	8.26 ± 0.00 ^e	148.09 ± 0.05 ^d	150.85 ± 0.30 ^b	0.64 ± 0.17 ^c
F3	8.24 ± 0.00 ^d	149.05 ± 0.01 ^e	176.11 ± 0.24 ^e	0.44 ± 0.01 ^{bc}
F4	8.22 ± 0.00 ^c	152.92 ± 0.01 ^f	195.32 ± 0.21 ^g	0.44 ± 0.00 ^{bc}
F5	8.06 ± 0.00 ^b	137.27 ± 0.01 ^b	186.38 ± 0.15 ^f	0.12 ± 0.03 ^a
F6	7.59 ± 0.00 ^a	135.30 ± 0.03 ^a	162.10 ± 0.16 ^d	0.20 ± 0.09 ^{ab}
F7	8.26 ± 0.00 ^e	145.10 ± 0.02 ^c	102.95 ± 0.84 ^a	0.56 ± 0.09 ^c

F = formulaciones. Los datos se presentan como promedio ± DE: desviación estándar (n=3). Los valores con letras diferentes en la misma columna muestran que existe diferencia significativa entre la media (p<0.05).

En la tabla 17, el tiempo de cocción disminuye gradualmente con respecto a la proporción de harina de oca (HO) utilizada en cada formulación (F6, F5, F4, F3, F2, F7 y F1 con 7.59, 8.06, 8.22, 8.24, 8.26, 8.26 y 8.28 minutos respectivamente), donde las formulaciones F2 y F7 presentaron los mismos tiempos de cocción; esto pudo deberse a que los porcentajes de harina de quinua (HQ) fueron inversamente proporcionales a la harina de oca (HO), puede ser que a mayor porcentaje de HQ el tiempo de cocción incrementa, siempre y cuando que la HQ sea menor al 50 % en la formulación, la

disminución de los tiempos de cocción puede deberse a la mayor velocidad de penetración del agua hasta el núcleo de la pasta en ausencia de continuidad en la red proteína-almidón que podría facilitar la difusión del agua a través de la matriz de la pasta, lo que resulta en una reducción del tiempo para el agua (El-Sohaimy *et al.*, 2020). Siendo estos valores muy cercanos a los reportados por (Córdoba *et al.*, 2022) con un tiempo de cocción entre 7.0 a 11.0 minutos en pastas largas extruidas sin gluten a base de harina de quinua alta en proteínas.

Del mismo modo, se reportaron valores cercanos en las siguientes investigaciones: (Sharma *et al.*, 2022) el tiempo mínimo de cocción requerido para la pasta de sémola fue de 6.30 min, el cual disminuyó significativamente de 6 a 4.51 min a medida que los niveles de inserción de harina de papa aumentaron de 20 a 40 %; (Guo *et al.*, 2020) obtuvieron un tiempo de cocción de 360 a 450 segundos equivalente 6 a 7.5 min en fideos de avena con adición de clara de huevo fresco; (López y Morales, 2020) obtuvieron un TC en un rango de 5.12 a 12.97 min en pastas sin gluten enriquecidas con pulpa de calabaza deshidratada; (Gaikwad *et al.*, 2021) mencionaron que los fideos con adición de harina de quinua tuvieron un tiempo de cocción de 5.43 a 8.27 min; (Çalışkan y Pandiselvam, 2022) reportaron que los fideos con harina de avena y quinua tuvieron un TC de 10.00 a 14.75 min; (Bouasla y Wójtowicz, 2019) reportaron que las pastas de arroz y alforfón tuvieron un tiempo mínimo de cocción de 8.5 min; (Rungsardthong *et al.*, 2021) reportaron que los espaguetis de arroz extruido suplementados con fibra de cáscara de mango para todas las sustituciones estuvieron en el rango de 11.00 a 11.50 min; y (Y. Li *et al.*, 2024) reportaron que los fideos con estructura porosa añadiendo gelatina acortaron el tiempo de cocción en comparación con los fideos de almidón de papa puro, por lo que, el tiempo de rehidratación de los fideos de almidón de papa secos suplementados con un 15 % de gelatina redujo en un 50,38 %, obteniéndose de 11.75 a 5.83 min.

En la tabla 23 (Anexo 14), se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se demostró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la media de tiempo de cocción entre un nivel de formulaciones y otro.

En cuanto al porcentaje de agua absorbida de los tallarines, se observó que las formulaciones se encontraron en un rango de 152.92 a 135.30 %, donde la formulación F4 tuvo mayor porcentaje de absorción, mientras que la formulación F6 tuvo menor

absorción; por lo que las formulaciones con mayor porcentaje de absorción de agua fueron F4, F3 y F2 con 152.92, 149.05 y 148.09 % respectivamente, esto puede ser debido a sus formulaciones en donde presentaron de 22 a 33 % de HQ, mientras que en las formulaciones F7, F6 y F5 fueron menor al 20 % de HQ. Puede que el porcentaje de agua absorbida aumente a medida que aumenta la sustitución de HO sin exceder el 40 % en la formulación, esto podría estar relacionado con la absorción del agua de los tallarines durante la cocción al ser afectada principalmente por la gelatinización del almidón, donde el almidón y el agua al someter al calor hacen que los gránulos de almidón se hinchen y absorban más agua (Zhao *et al.*, 2020). Además, la albúmina de huevo se encuentra en el intermedio de la formulación reforzando la red proteica de los tallarines; así como la hidratación de las proteínas que van relacionadas con el tamaño de la partícula del almidón, pudiendo observarse que tanto la HO y HQN son más porosas, ocasionando una mejor absorción de agua; demostrándose lo mencionado por (Torres *et al.*, 2021) donde indicaron que la relación amilosa/amilopeptina y la distribución de la longitud de la cadena de amilopeptina en la matriz alimentaria influyen en la absorción de agua. Por otro lado, Kang *et al.*, (2017) indica que la capacidad de retención de agua de los fideos después de la cocción es crucial porque afecta el rendimiento final de los fideos. Por ello desde ese punto de vista, los fideos de patata deben retener más agua durante la cocción que los fideos de trigo.

Siendo estos valores muy cercanos a los reportados por las siguientes investigaciones: (Çalışkan y Pandiselvam, 2022) reportaron que los fideos “eriste” con harina de avena y quinua tuvieron una absorción de agua en un rango de 143.5 a 268.20 %; (Guo *et al.*, 2020) reportaron que los fideos de avena con adición de clara de huevo fresco tuvieron una absorción de agua de 146.83 a 175.28 %; (Gaikwad *et al.*, 2021) reportaron que los fideos de trigo con adición de harina que quinua tuvieron un rango de 152.78 a 177.22 % de agua absorbida; (Kang *et al.*, 2017) reportaron fideos elaborados con cuatro variedades diferentes de papa donde la absorción de agua de 122.83 % en fideos de harina de trigo , 75.70 % en fideos del atlántico, 80.73 % en fideos go-un, 92.82 % en fideos sane-bong, 83.02 % en fideos jin-sun; (Sharma *et al.*, 2022) indicaron que la absorción de agua de las muestras de pasta con harina de papa incorporada oscilaron entre 221.22 y 271.51 % a medida que el nivel de sustitución aumentó del 20 al 40 %; y (Levent, 2017) en fideos con harina de semilla de chía sin gluten en diferentes niveles (10, 20 y 30%, p/p), tuvieron mayores valores de aumento de peso de 162.1, 160.4 y 154.4 % respectivamente.

En la tabla 26 (Anexo 14), se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se demostró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la media de porcentaje de agua absorbida entre un nivel de formulaciones y otro.

Con respecto al aumento de volumen de los tallarines, las formulaciones se encontraron dentro de un rango de 195.32 % a 102.95 %, siendo F4 la formulación con mayor aumento de volumen con respecto a las otras formulaciones, también se observó que las formulaciones F1, F2, F6 y F7 tuvieron un aumento de volumen menor a 163 %, mientras que las formulaciones F4, F5 y F3 obtuvieron un aumento de volumen por encima de 176 %, esto podría estar relacionado con el bajo contenido de amilosa en la HQ, ya que la amilosa limita el hinchamiento de los gránulos al fortalecer la red interna de los tallarines (Huaman *et al.*, 2020), a pesar de ello, (Velásquez y Velezmoro, 2018) las formulaciones cumplen con el criterio de control de que una buena pasta aumenta por lo menos el doble de su volumen en agua y que la amilopectina influye en el hinchamiento del almidón.

Por otro lado, en la tabla 15 se observó que la HQN y HQB contenían mayor porcentaje de proteínas, mientras que la HO tuvo mayor porcentaje de carbohidratos, se incorporo albúmina de huevo con fin de reforzar el porcentaje proteico del tallarín, por tanto puede ser que, a mayor contenido de HQ los tallarines tienden a ser más duros mientras que a mayor contenido de HO tienden a ser más viscosos, por ende, se debe encontrar proporción en la formulación para obtener una red de proteína bien estructurada y así hidratar el tallarín con la capacidad de retener y aumentar el grado de hinchamiento (Diantom *et al.*, 2019).

Siendo estos valores muy cercanos a los reportados por las siguientes investigaciones: (Çalışkan Ky Pandiselvam, 2022) reportaron que los fideos existe con harina de avena y quinua tuvieron un aumento de volumen de 138.89 - 354.22 %; (Kang *et al.*, 2017) reportaron fideos elaborados con cuatro variedades diferentes de papa donde el aumento de volumen fueron de 175.86 % en fideos de harina de trigo, 103.45 % fideos del atlántico, 113.79 % fideos go-un, 139.66 % fideos sane-bong, 122.41 % fideos jin-sun; (Levent, 2017) donde utilizaron harina de semilla de chía en la formulación de fideos sin gluten en diferentes niveles (10, 20 y 30%, p/p), tuvieron mayores valores de aumento de volumen de 164.4, 164.7 y 166.6 % respectivamente; (Torres *et al.*, 2021) reportaron que el índice de hinchazón de pastas con 60, 50 y 40 g/100 g de sustitución de harina de quinua fueron 101.68, 101.75 y 99.31 g/100 g; y (Vedia *et al.*, 2016) reportaron que el

porcentaje de aumento de volumen en tallarines con sustitución parcial de harina de amaranto estuvieron en un rango de 39.45 a 47.25 %.

En la tabla 29 (Anexo 14), se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se demostró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la media de aumento de volumen entre un nivel de formulaciones y otro.

En cuanto a la pérdida de sólidos por cocción de los tallarines, se observó que las formulaciones están dentro de un rango de 0.64 a 0.12 %, donde la formulación F5 tuvo menor pérdida de sólidos con respecto a las otras formulaciones, mientras que las formulaciones F1, F2 y F7 tuvieron mayor pérdida de sólidos ya que en sus formulaciones tenían un mayor porcentaje de harina de quinua INIA 420 Negra Collana (HQN), esto probablemente pudo atribuirse al alto contenido de proteína de la HQ interfiriendo con la matriz proteína – almidón debilitándola ocasionando la solubilización del almidón y su posterior paso al agua de cocción, ya que la capacidad que tienen las pastas de conservar su integridad después de la cocción está en función de la posibilidad que tienen las proteínas de formar una red insoluble que sea impermeable a la salida de los almidones (López y Morales, 2020), por otro lado, las formulaciones F5, F6, F3 y F4 reportaron un porcentaje de pérdida de sólidos por debajo del 0.45 % encontrándose en un nivel aceptable, de acuerdo a (Foschia *et al.*, 2015) las pastas que presenten una pérdida de cocción $< 8\text{g}/100\text{g}$ son de calidad, a su vez está relacionada con el proceso de laminado y cortado, ya que en estas etapas se define la estructura de la superficie de los tallarines siendo este un atributo de calidad para los consumidores. También, la pérdida de cocción se expresa como el contenido total de sólidos secos en la sopa de fideos, lo que refleja el grado de lixiviación del almidón durante la cocción (Zhao *et al.*, 2020). Además, la albúmina de huevo fue significativamente más eficiente para disminuir la pérdida de cocción como lo reportado por (López y Morales, 2020) donde obtuvo una pérdida de sólidos de 0.04 a 0.09 (g/g) en tallarines libres de gluten enriquecidos con pulpa de zapallo deshidratado.

Por consiguiente, la pérdida de sólidos puede variar con respecto a los ingredientes, formulaciones y tiempo de cocción, como los reportados por las siguientes investigaciones: (Guo *et al.*, 2020) reportaron una pérdida de sólidos de 5.99 a 6.75 % en los fideos de avena enriquecidos con clara de huevo fresca; (Gaikwad *et al.*, 2021) reportaron una pérdida de sólidos de 6.41 a 10.28 % en fideos de trigo con adición de

harina que quinua; (Kang *et al.*, 2017) reportaron fideos elaborados con cuatro variedades diferentes de papa con una pérdida de sólidos de 4.12 % en fideos de harina de trigo , 6.35 % fideos del atlántico, 6.51 % fideos go-un, 6.42 % fideos sane-bong, 6.45 % fideos jin-sun; (Çalışkan y Pandiselvam, 2022) reportaron que los fideos “eriste” con harina de avena y quinua tuvieron una pérdida de cocción entre 10.56 a 13.71 %; (Sharma *et al.*, 2022) reportaron que la pasta con puré de papa tuvo una de pérdida de cocción entre 4.35 a 3.02 %, mientras que con harina de papa tuvo una de pérdida de cocción de 6.06 a 10.44%; y (Puhin *et al.*, 2021) reportaron una pérdida de cocción entre 1.65 a 3.74 (g/100g) en fideos de harina de arroz seca y almidón de arroz de 5 variedades de arroz. De acuerdo Guo *et al.*, (2020) la absorción de agua y la pérdida de cocción son parámetros clave para evaluar el rendimiento general de cocción de los fideos tanto por parte de los consumidores como de la industria.

En la tabla 32 (Anexo 14), se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se demostró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la media de pérdida de sólidos entre un nivel de formulaciones y otro.

4.2.2. Color y textura.

Se determinó el color y la textura de las 7 formulaciones de tallarines a base de harina de oca de la variedad K’eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA.

Tabla 18: Resultados del color de los tallarines de harina de oca y quinua en seco.

F	COLOR			
	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	CHROMA
F1	42.37 ± 0.34 ^b	3.66 ± 0.07 ^a	8.75 ± 0.46 ^a	9.49 ± 0.43 ^a
F2	42.51 ± 0.39 ^b	4.03 ± 0.09 ^{ab}	8.98 ± 0.20 ^a	9.85 ± 0.21 ^a
F3	42.61 ± 0.19 ^b	4.23 ± 0.05 ^b	9.68 ± 0.41 ^a	10.57 ± 0.39 ^{ab}
F4	40.25 ± 0.28 ^a	4.04 ± 0.19 ^{ab}	8.94 ± 0.24 ^a	9.81 ± 0.28 ^a
F5	46.50 ± 0.37 ^c	3.62 ± 0.45 ^a	10.98 ± 0.51 ^b	11.57 ± 0.62 ^{bc}
F6	45.21 ± 0.28 ^d	4.15 ± 0.09 ^{ab}	10.99 ± 0.20 ^b	11.74 ± 0.22 ^c
F7	44.03 ± 0.19 ^c	3.62 ± 0.09 ^a	9.72 ± 0.41 ^a	10.37 ± 0.41 ^a

Nota: F= formulaciones. Los datos se presentan como promedio ± DE: desviación estándar (n=3). Los valores con letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencia significativa entre la media ($p < 0.05$).

En la tabla 18, se observan los valores de luminosidad (L), a* (rojo), b* (amarillo) y Chroma medida en una escala de 0 a 100, donde las 7 formulaciones tuvieron un rango de 40.25 a 46.50 de L, 3.62 a 4.23 de a* y 8.75 a 10.99 de b*, a su vez, Chroma estuvo en un rango de 9.49 a 11.74; de acuerdo a estos resultados se observó que la formulación F5 presento mayor luminosidad, esto puede deberse a que en su formulación tuvo menor porcentaje de harina quinua INIA 420 Negra Collana (HQN), mientras que la formulación F4 tuvo una luminosidad menor ya que en su formulación tuvo mayor porcentaje de HQN con respecto a la harina quinua Salcedo INIA (HQB), esto pudo ser debido a los polifenoles presentes en la quinua (Campos *et al.*, 2022; Vega *et al.*, 2018); por otro lado, la formulación F3 tuvo el valor más alto de a*, el cual indica que tiende al color rojo debido a que el porcentaje de las harinas de quinua y harina de oca en su formulación son proporcionales con respecto a las otras formulaciones, ya que, según (Campos *et al.*, 2022) ambas harinas presentan tanto presencia de betalaínas y antocianinas (pigmento de color rojo); así mismo, las formulaciones F6 y F5 obtuvieron valores de b* más alto con respecto a las otras formulaciones, lo que indico una ligera tendencia hacia el color amarillo.

Tanto el laminado y corte de los tallarines fueron uniformes, contribuyendo en la uniformidad de color en los tallarines. Así mismo, los principales factores que afectan el color de la pasta son el contenido de proteínas en las materias primas, el uso de aditivos vegetales, el tiempo de secado y contenido de humedad (Torres *et al.*, 2021); a su vez, puede variar dependiendo de los ingredientes utilizados ya que el color es un parámetro que determina la calidad y la aceptabilidad por parte de los consumidores, aunque la aparición de una tonalidad marrón en la pasta podría causar cierta preocupación, la tendencia actual hacia los alimentos más saludables pueden ser una oportunidad para introducir este tipo de pasta (Aranibar *et al.*, 2018).

Encontrándose estos valores cercanos a los reportados por las siguientes investigaciones al contener en sus formulaciones quinua: según Torres *et al.*, (2021) reportaron que la pasta de harina de quinua extruida con almidón de yuca obtuvieron una luminosidad (L*) de 46.80 - 51.02, a* 2.9 - 4.17, b* 12.61 - 18.1; (Çalışkan y Pandiselvam, 2022) reportaron que los fideos existe con harina de avena y quinua tuvieron L* 60 - 70, a* 4 - 10 y b* 20 - 25; (Gaikwad *et al.*, 2021) reportaron L* de 56.71 - 82.97, a* 1.70 - 5.91, b* 14.14 - 20.63 en fideos de trigo con adición de harina que quinua; (Córdoba *et al.*, 2022), reportaron un comportamiento similar para pastas largas extruidas sin gluten a base de

harina de quinua alta en proteínas, en este estudio el color de los 10 formulaciones tanto en L*; a* y b* estuvieron entre 35.46 a 44.79; 2.58 a 4.29 y 12.99 a 19.39 respectivamente; (Torres *et al.*, 2021) reportaron pasta de harina de quinua con almidón de yuca tuvieron L* de 46.49 – 54.77, a* 2.76 – 4.54, b* 9.91 – 16.40; y (Niu *et al.*, 2017) reportaron L* de 53.38 – 66.95, a* 5.18 – 6.23, b* 17.47 – 19.51 en fideos de harina integral.

De acuerdo a las Tablas 35, 38, 41 y 44 (Anexo 15), se muestran los análisis de varianza (ANOVA), donde se demostró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la media de L(D65), a*(D65), b*(D65) y (C) Chroma entre un nivel de formulaciones y otro.

Tabla 19: Resultados de la textura de los tallarines de harina de oca y quinua cocido.

F	TEXTURA				
	DUREZA (N)	COHESIVIDAD	ELASTICIDAD	MASTICABILIDAD (N)	GOMOSIDAD (N)
F1	54.40 ± 0.48 ^c	0.41 ± 0.02 ^a	0.82 ± 0.01 ^a	18.40 ± 0.86 ^b	22.45 ± 0.90 ^{bc}
F2	50.02 ± 0.33 ^c	0.42 ± 0.01 ^a	0.82 ± 0.01 ^a	17.04 ± 0.24 ^{ab}	20.93 ± 0.39 ^b
F3	51.18 ± 0.16 ^d	0.50 ± 0.01 ^b	0.85 ± 0.01 ^{ab}	21.89 ± 0.07 ^c	25.67 ± 0.41 ^d
F4	49.59 ± 0.08 ^c	0.49 ± 0.01 ^b	0.86 ± 0.01 ^b	20.69 ± 0.47 ^c	24.07 ± 0.34 ^{cd}
F5	51.16 ± 0.44 ^d	0.54 ± 0.01 ^c	0.88 ± 0.00 ^b	24.62 ± 0.44 ^d	27.84 ± 0.57 ^e
F6	46.46 ± 0.06 ^b	0.54 ± 0.01 ^c	0.87 ± 0.00 ^b	21.92 ± 0.21 ^c	25.18 ± 0.29 ^d
F7	40.38 ± 0.58 ^a	0.47 ± 0.02 ^b	0.82 ± 0.03 ^a	15.36 ± 1.36 ^a	18.59 ± 1.07 ^a

Nota: F = formulaciones. Los datos se presentan como promedio ± DE: desviación estándar (n=3). Los valores con letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencia significativa entre la media ($p < 0.05$).

La tabla 19 muestran los resultados que se obtuvieron de las 7 formulaciones óptimos de tallarines, en cuanto a la dureza fueron F7, F6, F4, F2, F5, F3 y F1 con 40.38, 46.46, 49.59, 50.02, 51.16, 51.18 y 54.40 N respectivamente, siendo F7 la formulación con menor dureza y F1 la formulación con el más alto índice de dureza, esto pudo deberse a la concentración de proteínas de la harina de quinua y albúmina de huevo (Duta *et al.*, 2019). Por otro lado, Lu *et al.*, (2022) indicaron que si una gran cantidad de amilosa llega a lixiviarse forma una fuerte estructura de red, lo que conduce al aumento de dureza en los fideos.

Por tanto, se reportaron valores muy cercanos en las siguientes investigaciones: Kang *et al.*, (2017) reportaron fideos elaborados con cuatro variedades diferentes de papa donde los fideos de harina de trigo (control) tuvieron una dureza de 4389.20 g (43.04 N); los fideos “atlántico” tuvieron una dureza de 3263.10 g (32.00 N); los fideos “go-un” tuvieron una dureza de 2969.40 g (29.12 N); los fideos “sane-bong” tuvieron una dureza de 3192.80 g (31.31 N); los fideos “jin-sun” tuvieron una dureza de 3201.20 g (31.39 N); (Xiao *et al.*, 2023) reportaron que los fideos de arroz fermentado y arroz semisecos fermentados tuvieron una dureza de 2361.53 a 3470.86 g (23.16 a 34.04 N); (Zou *et al.*, 2021) reportaron que los fideos elaborados con trigo sarraceno integral a diferentes temperaturas de cocción tuvieron una dureza de 43.58 a 65.45 N y (Kraithong y Rawdkuen, 2021) reportaron que los fideos de arroz tailandeses tuvieron una dureza de 927.39 a 5292.61 g (9.09 a 51.90 N).

En la tabla 47 (Anexo 16), se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se demostró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la media de dureza entre un nivel de formulaciones y otro.

En cuanto a la cohesividad, los resultados de las formulaciones fueron F1, F2, F7, F4, F3, F5 y F6 con 0.41, 0.42, 0.47, 0.49, 0.50, 0.54 y 0.54 respectivamente, siendo las formulaciones F3, F6 y F5 los que mostraron mayor cohesión con relación a las demás formulaciones, es pudo deberse a que en sus formulaciones presentan el doble de harina de oca (HO) en función a la harina de quinua (HQ) (menor presencia de proteínas), demostrando que la pasta cocida sin gluten está en función al almidón / proteína e hidrocoloide (Diantom *et al.*, 2019; López y Morales, 2020); mientras que las formulaciones F1 y F2 tuvieron menor cohesividad esto pudo deberse a que presentaron $> \% HQ$ en su formulación lo que incremento la red proteica, demostrándose lo mencionado por (Sosa *et al.*, 2019) donde indican que la pasta cocida depende de la interacción entre el almidón y las moléculas de proteínas para formar una gran red continua; por otro lado, las formulaciones F3 y F4 presentaron equidad en sus formulaciones en relación a sus componentes; la formulación F7 cuenta con $> \% HO$ y $< \% HQ$, aumentando la concentración de almidón haciendo al tallarín menos cohesivo. Según Sosa *et al.*, (2019) mencionaron que la cohesión es un parámetro de la pasta cocida el cual mantiene unido a los tallarines durante su cocción. Así mismo, Larrosa *et al.*, (2016) indicaron que la cohesión de la pasta sin gluten suele interpretarse en función de la competencia entre almidones, proteínas e hidrocoloides para formar una red continua.

Se reportaron valores muy cercanos en las siguientes investigaciones: (Kang *et al.*, 2017) reportaron fideos elaborados con cuatro variedades diferentes de papa donde los fideos de harina de trigo (control) tuvieron una cohesión de 0.56; los fideos “atlántico” tuvieron una cohesión de 0.44; los fideos “go-un” tuvieron una cohesión de 0.35; los fideos “sane-bong” tuvieron una cohesión de 0.40; los fideos “jin-sun” tuvieron una cohesión de 0.43; (Xiao *et al.*, 2023) reportaron que los fideos de arroz fermentado y arroz semisecos fermentados tuvieron una cohesión de 0.64 a 0.74; (Kraithong y Rawdkuen, 2021) reportaron que los fideos de arroz tailandeses tuvieron una cohesión de 0.12 a 0.95; (Laleg *et al.*, 2016) reportaron que la pasta con alto contenido de proteínas sin gluten 100% legumbres en haba, lenteja y comercial tuvieron una cohesividad de 0.70, 0.64 y 0.86 respectivamente.

En la tabla 50 (Anexo 16), se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se demostró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la media de cohesividad entre un nivel de formulaciones y otro.

Por consiguiente, los resultados de elasticidad en las formulaciones F1, F2, F7, F3, F4, F6 y F5 fueron 0.82, 0.82, 0.82, 0.85, 0.86, 0.87 y 0.88 respectivamente, siendo F1 y F2 las formulaciones que mostraron menor elasticidad que podría haber sido causado por que tiene $> \% HQ$ lo que incrementa el nivel de proteína y disminuye la elasticidad; mientras que la formulación F7 cuenta con $> \% HO$ y $< \% HQ$ lo que podría atribuirse a una elevada concentración de almidón haciendo al tallarín menos elástico; a su vez, las formulaciones F6 y F5 mostraron mayor elasticidad posiblemente se debió a que en sus formulaciones presentan el doble de HO con relación a la HQ haciendo a los tallarines más elásticos, lo que demuestra que a medida que se nivela el contenido de proteína incrementa la elasticidad (Larrosa *et al.*, 2015); entonces las formulaciones F3 y F4 al presentar una equidad en sus formulaciones generaron una mejor elasticidad en los tallarines al recuperar su forma con relación a su almidón/proteína e hidrocoloide.

Por tanto, se reportaron valores muy cercanos en las siguientes investigaciones: (Kang *et al.*, 2017) reportaron fideos elaborados con cuatro variedades diferentes de papa donde los fideos de harina de trigo (control) tuvieron una elasticidad de 0.98; los fideos “atlántico” tuvieron una elasticidad de 0.93; los fideos “go-un” tuvieron una elasticidad de 0.88; los fideos “sane-bong” tuvieron una elasticidad de 0.95; los fideos “jin-sun” tuvieron una elasticidad de 0.95; (Xiao *et al.*, 2023) reportaron que los fideos de arroz

fermentado y arroz semisecos fermentados tuvieron una elasticidad de 85.78 a 87.91 %; (Kraithong y Rawdkuen, 2021) reportaron que los fideos de arroz tailandeses tuvieron una elasticidad de 0.80 a 0.85; (Laleg *et al.*, 2016) reportaron que la pasta con alto contenido de proteínas sin gluten 100% legumbres en haba, lenteja y comercial tuvieron una elasticidad de 0.75, 0.75 y 0.97 respectivamente; (Ungureanu y Mironeasa, 2023) reportaron pastas a base de almidón y harina de trigo de 15 formulaciones donde obtuvieron una elasticidad entre los rangos de 0.9950 a 0.9984.

En la tabla 53 (Anexo 16), se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se demostró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la media de elasticidad entre un nivel de formulaciones y otro.

Así mismo, los resultados de masticabilidad en las formulaciones fueron F7, F2, F1, F4, F3, F6 y F5 con 15.36, 17.04, 18.40, 20.69, 21.89, 21.92 y 24.62 N respectivamente, mientras que en la gomosidad los resultados de las formulaciones fueron F7, F2, F1, F4, F6, F3 y F5 con 18.59, 20.93, 22.45, 24.07, 25.18, 25.67 y 27.84 N respectivamente; donde las formulaciones F1, F2 y F7 presentaron menor masticabilidad y gomosidad esto pudo deberse al $>$ % de HO y HQ e incorporación de albúmina de huevo, dado que según (Larrosa *et al.*, 2016) indicaron que la masticabilidad de los tallarines sin gluten están relacionadas con la elasticidad y matriz proteica, mientras que, las formulaciones F5, F3, F6 y F4 mostraron mayor masticabilidad y gomosidad debido a que presentaron $>$ % de HO y $<$ % de HQ; por ello, Vivas y Sangronis, (2018) mencionan que la masticabilidad es otro parámetro de textura importante en las pastas, la cual puede ser medida como la energía necesaria para destruir un alimento semisólido hasta que esté listo para ser ingerido, Kraithong y Rawdkuen, (2021) indican que la gomosidad está relacionada con la capacidad de mantener unidos a los fideos y tener una textura adecuada durante la masticación, sin embargo, una alta gomosidad no se considera una propiedad requerida (Sangpring *et al.*, 2015). Así mismo (Zhao *et al.*, 2020) mencionaron que los parámetros de textura son características importantes, ya que determina la calidad siendo un punto crítico para garantizar la aceptación del producto por parte del consumidor. La textura de la pasta es una propiedad controlada principalmente por una red estructural de adiciones de almidón y proteínas de la harina de quinua y claras de huevo (Torres *et al.*, 2021).

Por tanto, se encontraron valores muy cercanos en las siguientes investigaciones: (Kang *et al.*, 2017) reportaron fideos elaborados con cuatro variedades diferentes de papa donde

los fideos de harina de trigo (control) tuvieron una masticabilidad de 2.408,50 J; los fideos “atlántico” tuvieron una masticabilidad de 1.329,00 J; los fideos “go-un” tuvieron una masticabilidad de 903,60 J; los fideos “sane-bong” tuvieron una masticabilidad de 1.210,10 J; los fideos “jin-sun” tuvieron una masticabilidad de 1.295,90 J; (Xiao *et al.*, 2023) reportaron que los fideos de arroz fermentado y arroz semisecos fermentados tuvieron una masticabilidad de 1288.97 a 2010.31 g (12.64 a 19.71 N); (Zou *et al.*, 2021) reportaron que los fideos elaborados con trigo sarraceno integral a diferentes temperaturas de cocción tuvieron una masticabilidad de 23.51 a 33.81 N; (Ungureanu y Mironeasa, 2023) reportaron pastas a base de almidón y harina de trigo de 15 formulaciones donde obtuvieron una gomosisidad entre los rangos de 16.04 a 48.76 N.

En las tablas 56 y 59 (Anexo 16), se muestran los análisis de varianza (ANOVA), donde se demostró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la media de masticabilidad y gomosisidad entre un nivel de formulaciones y otro.

De acuerdo a Zou *et al.*, (2021) mencionaron que las propiedades de textura de los fideos están estrechamente relacionadas con la composición del almidón que comúnmente determina las características del gel de los fideos, mientras que en los fideos sin gluten el almidón desempeña un papel clave en la generación del gel. También, (Ma *et al.*, 2019) indicaron que un buen fideo que depende del gel de gluten suele parecer firme, elástico, masticable y no pegajoso.

Según Milde *et al.*, (2021) indicaron que una pasta libre de gluten con almidón de yuca y harina de maíz, la goma xantana mejoró el manejo de la masa a un nivel de adición de 0.6 %, tuvo el mayor potencial para mejorar la capacidad de la pasta para evitar la desintegración de la estructura, mostrando la menor pérdida de cocción y los valores más bajos, de firmeza, cohesión, masticabilidad, elasticidad y fuerza de corte, así como una sensación en la boca no adhesiva. También, Guo *et al.*, (2020) reportaron que la adición de un 30% de clara de huevo podría conducir a una red de proteínas que no es lo suficientemente flexible como para hacer frente al almidón. Es por eso que (Rachman *et al.*, 2019) en las pastas sin gluten, la incorporación de albúmina de huevo mejora las propiedades de la textura ya que tiene un efecto positivo en la calidad de cocción, lo que da como resultado una pasta firme y elástica con una menor pérdida de cocción.

4.2.3. Humedad y acidez titulable

Se determinó la humedad y acidez titulable de las 7 formulaciones de tallarines a base de harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA.

Tabla 20: Resultados de la humedad y acidez de los tallarines de harina de oca y quinua en seco.

F	HUMEDAD (%) B. SECA	ACIDEZ (%) B. SECA
F1	12.01 ± 0.33 ^a	0.06 ± 0.03 ^a
F2	11.92 ± 0.57 ^a	0.05 ± 0.01 ^a
F3	11.34 ± 0.63 ^a	0.07 ± 0.03 ^{ab}
F4	11.82 ± 0.42 ^a	0.09 ± 0.00 ^{abc}
F5	11.50 ± 0.71 ^a	0.12 ± 0.03 ^{bc}
F6	10.93 ± 0.66 ^a	0.13 ± 0.00 ^c
F7	11.82 ± 0.42 ^a	0.13 ± 0.00 ^c

F = formulaciones. Los datos se presentan como promedio ± DE: desviación estándar (n=3). Los valores con letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencia significativa entre la media (p<0.05).

En la tabla 20, se observó que las 7 formulaciones se encontraron dentro de un rango de 12.01 a 10.93 %, siendo F1 la formulación con mayor contenido de humedad en comparación con F6, encontrándose dentro de los rangos establecidos por la NTP 206.010:2016, que establece como máximo 14.0 g/100g de humedad para fideos secos; ya que si hubiese sido un producto fresco según (Xing *et al.*, 2021) serían más propensos a ser contaminados por microorganismos durante la producción y distribución, debido a su alta actividad de agua y rico contenido de nutrientes.

Siendo estos valores muy cercanos a los reportados por (Kraithong y Rawdkuen, 2021) donde obtuvieron una humedad de 10.03 a 11.81 % en fideos de arroz; (Torres *et al.*, 2021) reportaron que los fideos de harina de quinua tuvieron de 3.89 a 6.94 g/100g de humedad; y (Kabir *et al.*, 2024) reportaron que los fideos funcionales de cáscara de mango tuvieron de 10.36 a 10.65 % de humedad.

Así mismo, en la tabla 62 (Anexo 17) el análisis de varianza (ANOVA), demostró que no existe diferencia significativa (p<0.05) entre la media de humedad entre un nivel de formulaciones y otro.

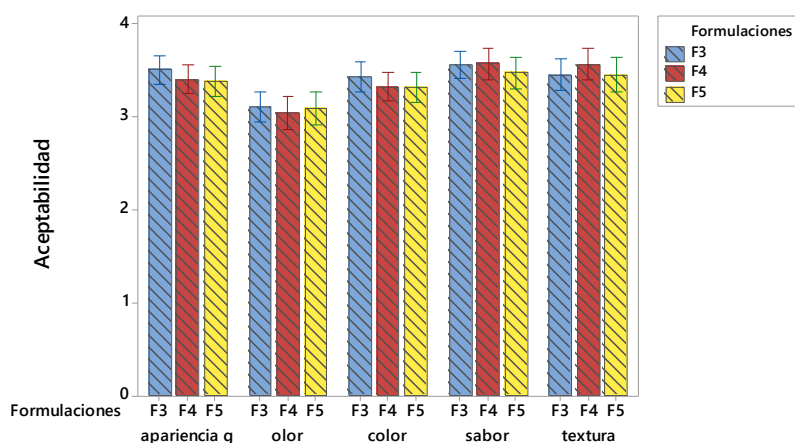
En cuanto a la acidez titulable las 7 formulaciones se encontraron dentro de un rango de 0.13 a 0.05 %, siendo F6 y F7 las formulaciones con mayor contenido de acidez con respecto a las formulaciones F1, F2, F3, F4 y F5; los valores de acidez expresados en ácido oxálico fueron menores a 1%, según Espinales, (2020) menciona que la acidez en fideos secos debe ser menor a 10%, lo que indica que todas las formulaciones cumplen con el parámetro, también, todas las formulaciones se encontraron dentro de los rangos establecidos por la NTP 206.010:2016, que establece como máximo 0.46 de acidez (láctico) para fideos secos, así mismo Castaño *et al.*, (2019) se indicaron que los frutos y tubérculos presentan mayor contenido de ácidos orgánicos que los cereales. Además, la radiación solar descompone principalmente los ácidos orgánicos del ácido oxálico, esto cambia el sabor de un alimento ligeramente amargo a un sabor dulce característico, causado por un aumento de azúcares libres y una reducción del ácido oxálico (Castañeta *et al.*, 2022).

En la tabla 62 (Anexo 17), se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se demostró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la media de acidez entre un nivel de formulaciones y otro.

En resumen, de acuerdo a las variables dependientes analizadas estadísticamente, mediante la optimización de respuestas de los 7 formulaciones que están en el anexo 18, tabla 65 y figura 73, también evaluando la literatura se consideraron los siguientes parámetros; en cuanto al tiempo de cocción (min) se considero el mínimo, agua absorbida (%) máximo, aumento de volumen (%) máximo, pérdida de sólidos (%) mínimo, L* mínimo, a* mínimo, b* mínimo, Chroma máximo, dureza (N) mínimo, cohesividad máximo, elasticidad máximo, masticabilidad (N) máximo, gomosidad (N) máximo, humedad (%) objetivo y acidez (mínimo), resultando F4, F3 y F5 como mejores formulaciones con una deseabilidad compuesta de 54%, 44% y 44% respectivamente.

4.3. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LOS TALLARINES CON HARINA DE OCA DE LA VARIEDAD K'ENY Y HARINA DE QUINUA DE LAS VARIEDADES INIA 420 NEGRA COLLANA Y SALCEDO INIA DE LAS 3 MUESTRAS CON MEJORES PROPIEDADES DEL OBJETIVO 1.

4.3.1. Evaluación sensorial



Escala de aceptabilidad: 1 me disgusta muchísimo; 2 me disgusta; 3 ni me gusta ni me disgusta; 4 me gusta; 5 me gusta muchísimo.

Figura 13: Aceptación sensorial de los 3 mejores formulaciones de 5 atributos en tallarines cocidos. Los valores corresponden al promedio de n = 100.

En la Figura 13 se presenta la evaluación sensorial de las tres mejores formulaciones de pasta con harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA. Estos fueron evaluados en apariencia general, olor, color, sabor y textura utilizando una escala hedónica de 5 puntos. Según la prueba de Friedman, la formulación F3 obtuvo la puntuación sensorial más alta en apariencia general (4), olor (3) y color (3), mientras que la formulación F4 destacó en sabor (4) y textura (4). No obstante, el análisis de varianza (ANOVA) (anexo19) mostró que no hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las formulaciones con cada atributo, lo que indica que todas las formulaciones fueron aceptables, obteniendo una escala de aceptación de “Ni me gusta ni me disgusta”, resaltando en sabor y textura, que alcanzaron “me gusta” por parte de los consumidores.

Así mismo, se encontraron reportes similares de aceptación sensorial, como (Castaño *et al.*, 2019) donde evaluaron tallarines a base de plátano y yuca (aceptabilidad, sabor, color y textura) los cuales fueron aceptables en una escala hedónica de 5 puntos. También, (Raungrusmee *et al.*, 2020) informaron que los fideos a base de arroz fueron aceptables a

una escala hedónica de 9 puntos, al igual que, Çalışkan y Pandiselvam, (2022) informaron que la pasta a base de harina de avena y quinua fue aceptable (escala hedónica de 10 puntos) para los panelistas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la aceptabilidad de los productos con quinua u otros, puede variar según la ubicación geográfica, los hábitos alimenticios y la edad (Ayseli *et al.*, 2020).

4.4. COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL, CONTENIDO DE MICRONUTRIENTES (CALCIO Y LITIO), CONTENIDO DE GLUTEN, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LOS TALLARINES CON HARINA DE OCA DE LA VARIEDAD K'ENY Y HARINA DE QUINUA DE LAS VARIEDADES INIA 420 NEGRA COLLANA Y SALCEDO INIA DE LAS 3 MUESTRAS CON MEJORES PROPIEDADES EN EL OBJETIVO 1.

4.4.1. Composición químico proximal y contenido de micronutrientes.

Se analizaron los valores de composición químico proximal, contenido de micronutrientes (calcio y litio) y contenido de gluten de las 3 mejores formulaciones (F3, F4 y F5) de los tallarines a base de harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA.

Tabla 21: *Composición químico proximal, contenido de micronutrientes y contenido de gluten de los mejores formulaciones de tallarines con harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 negra Collana y Salcedo INIA.*

Parámetros	Formulaciones		
	F3	F4	F5
Energía Kcal/100g	347.1 ± 0.73 ^a	349.3 ± 0.78 ^a	347.3 ± 2.04 ^a
Humedad (%)	11.1 ± 0.15 ^a	10.0 ± 0.02 ^a	10.5 ± 0.50 ^{ab}
Proteína(%) (F=6.25)	18.7 ± 0.43 ^a	19.1 ± 0.17 ^a	18.7 ± 0.30 ^a
Grasa (%)	0.7 ± 0.03 ^c	0.5 ± 0.01 ^b	0.4 ± 0.00 ^a
Fibra cruda (%)	1.8 ± 0.12 ^{ab}	1.9 ± 0.09 ^b	1.6 ± 0.05 ^a
Carbohidratos (%)	66.5 ± 0.46 ^a	67.1 ± 0.23 ^a	67.2 ± 0.81 ^a
Cenizas (%)	3.0 ± 0.03 ^a	3.3 ± 0.19 ^a	3.3 ± 0.15 ^a
Calcio mg/Kg	726.7 ± 0.45 ^b	736.3 ± 0.89 ^c	678.9 ± 1.04 ^a
Litio mg/Kg	0.2 ± 0.00 ^b	0.1 ± 0.00 ^a	0.2 ± 0.00 ^c
Gluten (%)	0	0	0

Nota: Los datos corresponden al promedio ± DE (desviación estándar). Los valores con letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencia significativa entre la media (p<0.05).

En la tabla 21, se presentan las composiciones proximales, micronutrientes y contenido de gluten de las formulaciones F3, F4 y F5. Los resultados han demostrado que el contenido de humedad fue de 10.04 a 11.11 %, encontrándose dentro de los rangos establecidos por la NTP 206.010:2016, que establece como máximo 14.0 g/100g de humedad para fideos secos. El contenido de proteína en las formulaciones osciló entre 18.70 % y 19.11 %, donde el valor proteico de las 3 formulaciones indicó que los valores de proteína en las muestras aumentaron al combinar las diferentes variedades de harina de quinua; siendo la formulación F4 el que presentó mayor porcentaje de proteína en comparación con las otras formulaciones, este incremento porcentual pudo estar influenciado por la albúmina de huevo presente en cada formulación, pero principalmente por la harina de quinua, como lo reportado por Torres *et al.*, (2021) al obtener 10.51 a 25.56 g/100g de proteína en una pasta extruida con sustitución de harina de quinua al 60, 50 y 40 %. El contenido de grasa de la formulación F3 fue ligeramente mayor que las formulaciones F4 y F5, esto podría deberse a la cantidad de grasa de la materia prima (tabla 16), siendo un estable ya que un contenido de grasa provocaría rancidez durante el almacenamiento y producir un sabor y olor desagradables en el producto final (Kabir *et al.*, 2024). En cuanto a la fibra cruda la formulación F4 tuvo mayor cantidad (1.94 %) con respecto a las formulaciones F3 y F5. Es por ello, que varios estudios demostraron que la ingesta de fibra es esencial, ya que, apoya al microbiota intestinal y también disminuye el riesgo de diabetes e inflamación (Nielsen, 2019). El contenido de carbohidratos de las formulaciones fue de 66.49 % y 67.15%, donde la formulación F3 mostró la menor cantidad de carbohidratos, siendo una cantidad moderada de carbohidratos, por lo que las personas con diabetes pueden disfrutarlos en sus dietas (Kabir *et al.*, 2024). Sin embargo, en cuanto al contenido de cenizas la formulación F4 presentó mayor cantidad de cenizas (3.26 %) mientras que la formulación F3 fue menor (2.99 %). Según (Nielsen, 2019) el contenido de cenizas puede atribuirse a la cantidad de minerales presentes en la muestra de tallarines; por lo tanto, la adición de harina de quinua INIA 420 Negra Collana (tabla 15) en la formulación de los tallarines podría aumentar la cantidad de minerales. En cuanto al contenido de micronutrientes, la formulación F4 presentó mayor contenido de calcio, mientras que la formulación F5 tuvo mayor contenido de litio, siendo el litio beneficioso para las personas con diagnóstico de psicosis afectiva aguda y estabilizar el estado de ánimo depresivo (Moncrieff, 2018), mientras que el calcio juega un papel esencial en innumerables funciones del organismo, incluyendo enfermedades musculoesqueléticas, neurológica y neurodegenerativas (Martinez, 2016), es por ello, que

los cereales son una fuente rica de calcio al ayudar que la sangre circule a través de los vasos sanguíneos por todo en cuerpo. En cuanto al contenido de minerales las pastas podrían estar relacionadas con las materias primas para su formulación, como lo reportado por Camelo *et al.*, (2018) donde menciona que tanto los frutos como los tubérculos tienen mayor contenido de minerales que la sémola de trigo. Por último, los resultados en cuanto al contenido de gluten de las tres formulaciones F3, F4 y F5, resultaron ser libres de gluten, lo que corrobora lo mencionado por Gao *et al.*,(2018), menciona que las harinas de amaranto, quinua son productos libres de gluten.

Siendo estos valores muy cercanos a los reportados por: (Kraithong y Rawdkuen, 2021) obtuvieron una humedad de 10.03 a 11.81 %, cenizas 0.42 a 0.94 %, fibra cruda 0.63 a 3.63 %, proteína 4.04 a 7.36 % y carbohidratos 76.43 a 83.22 % en fideos de arroz; (Mir *et al.*, 2024) obtuvieron una humedad de 6.40 a 8.07 %, cenizas 0.68 a 1.25 %, fibra cruda 0.51 a 0.94 %; proteína 8.62 a 12.12 % y grasa 0.60 a 1.03 % en fideos compuestos de harinas de cereales; (Farzana *et al.*, 2023) obtuvieron una humedad de 6.01 a 8.52 g/100g, cenizas 1.23 a 3.08 g/100g, fibra cruda 0.38 a 3.84 g/100g, proteína 8.75 a 14.75 g/100g, carbohidratos 72.79 a 81.93 g/100g, grasa 0.86 a 2.08 g/100g, energía 357.90 a 381.44 kcal y calcio 35.33 a 74.55 mg/100g en fideos de calabaza y papa; (López y Morales, 2020) obtuvieron proteína de 9.59 a 9.92 g/100g, grasa 4 a 4.84 g/100g y cenizas de 1.94 a 3.57 g/100g en fideos de pulpa de calabaza libre de gluten; (Kabir *et al.*, 2024) obtuvieron una humedad 10.36 a 10.63 %, cenizas 0.9 a 3.5 g/100g, proteína 10.5 a 13.66 g/100g, grasa 1.88 a 1.97 g/100g; fibra 2.10 a 3.32 g/100g y carbohidratos 66.92 a 74.18 g/100g en fideos de harina de trigo con polvo de cáscara de mango; (Beitane y Marisheva, 2023) obtuvieron una humedad de 5.01 a 11.23 %, grasa 1.04 a 5.45 g/100g, carbohidratos 56.76 a 69.81 g/100g, fibra 0.29 a 3.49 g/100g, proteína 11.78 a 14.35 g/100g y energía de 1405 a 7498 kJ/100g en pastas de amaranto; (Bayomy y Alamri, 2022) obtuvieron cenizas 1.47 a 1.94 %, grasa 2.38 a 3.36 %, carbohidratos 47.57 a 81.49 %, fibra 1.53 a 4.58 %, proteína 12.79 a 15.84 % y energía de 390.53 a 401.1 kJ en fideos instantáneos con harina de trigo, leguminosa y garbanzo.

Según, Flores *et al.*, (2002) mencionaron que la proteína soluble más abundante del tubérculo de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) se denomina ocatina, esta representa del 40 al 60 % del total de la proteína; además de inhibir el crecimiento de bacterias y hongos, tiene propiedades antimicrobianas que genera resistencia natural a los patógenos.

De acuerdo a las Tablas 82, 86, 88, 92 y 94 (Anexo 20), se muestran los análisis de varianza (ANOVA), donde se demostró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la media de humedad, grasa, fibra cruda, calcio y litio entre un nivel de formulaciones y otro.

Así mismo, en las tablas 81, 84, 90 y 91 (Anexo 20), se muestran los análisis de varianza (ANOVA), Donde se demostró que no existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la media de energía, proteína, carbohidratos y cenizas entre un nivel de formulaciones y otro.

De acuerdo a las variables dependientes analizadas estadísticamente, mediante la optimización de respuestas de las 3 mejores formulaciones que están en el anexo 22 tabla 104 y figura 104, se consideraron los siguientes parámetros: humedad (%) mínimo, proteína (%) máximo, grasa (%) mínimo, fibra cruda (%) máximo, calcio (mg/Kg) máximo y litio (mg/Kg) máximo, resultando la formulación F4 con mayor porcentaje de deseabilidad compuesta de 50%.

4.4.2. Capacidad antioxidante.

Se determinó el contenido de capacidad antioxidante de las 3 mejores formulaciones (F3, F4 y F5) de los tallarines a base de harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA, el cual presenta un coeficiente de inhibición al 50 % (CI 50) en miligramos equivalente Trolox presente en 100 g de muestra, para ello, se empleó el método ABTS.

Tabla 22: Capacidad antioxidante de los 3 mejores formulaciones de tallarines de harina de oca y quinua.

F	REPETICIONES					TEAC	TEAC	%
	1	2	3	4	5	CI50 mg/100 gr	CI50 μmol/100 gr	
F3	798.650	805.233	811.331	814.080	804.059	806.671	3234.500	42.300
F4	509.700	518.501	517.076	510.358	509.803	513.088	2049.433	51.900
F5	588.628	578.956	578.931	577.936	575.380	579.966	2317.200	45.433

Nota: Los valores corresponden al promedio de $n = 5$. (F: formulaciones).

En la tabla 22, se muestran los resultados de capacidad antioxidante de las 3 mejores formulaciones de tallarines con sus respectivas repeticiones, las formulaciones F3, F4 y

F5 tuvieron una capacidad antioxidante de 806.67, 513.09 y 579.97 TEAC C150 mg/100g, representadas porcentualmente con 42.33, 51.90 y 45.43 % respectivamente, donde la formulación F4 presentó mayor capacidad antioxidante, esto pudo deberse a que en su formulación fue el que tuvo mayor porcentaje de HO y HQN, ya que, de acuerdo a lo reportado por (Chirinos *et al.*, 2009) la oca contiene mayor contenido de antocianinas totales (47.4 mg de CGE/100g), mientras que Paško *et al.*, (2009) menciona que la quinua presentó un contenido de antocianinas de 27.19 mmol Trolox kg⁻¹. Sin embargo, los valores presentados confirman que las 3 formulaciones (F3, F4 y F5) poseen capacidad antioxidante. Por otro lado, Tang *et al.*, (2015) indicaron que las semillas de quinua más oscuras tenían mayor concentración fenólica y actividad antioxidante. Así mismo, Benítez *et al.*, (2020) indica que la capacidad antioxidante de un alimento depende de su naturaleza y concentración de los antioxidantes naturales, ya que puede aumentar la vida en útil y da un aporte adicional al alimento.

Los antioxidantes eliminan los radicales libres y contribuyen al mecanismo de defensa antioxidante en las células vivas al poner fin a la reacción en cadena que protege la salud humana (Kabir *et al.*, 2024), por lo tanto, las 3 formulaciones de tallarines pueden aportar los beneficios de los antioxidantes que inhiben diferentes enfermedades en el cuerpo humano. Siendo los valores reportados cercanos a los de, Kraithong *et al.*, (2019) donde reportaron 10.45 a 121.13 IMTE/100g de muestra en fideos de arroz; (Y. Li *et al.*, 2021) reportaron una capacidad antioxidante de 67 a 82 % en fideos de arroz fortificados con matcha; (Y. Zhang *et al.*, 2020) reportaron una capacidad antioxidante de 71.89 % con 2 % de quitosano en fideos de cebada; y Yu *et al.*, (2023) reportaron una capacidad antioxidante de 22.53 a 26.17 mmol/kg en fideos secos de té verde; todos por el método ABTS.

En la tabla 96 (Anexo 21), se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se demostró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la media de capacidad antioxidante entre un nivel de formulaciones y otro.

4.4.3. Propiedades reológicas.

Los valores de las propiedades reológicas de las 3 mejores formulaciones (F3, F4 y F5) de los tallarines a base de harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA, se muestran en las figuras 14 y 15.

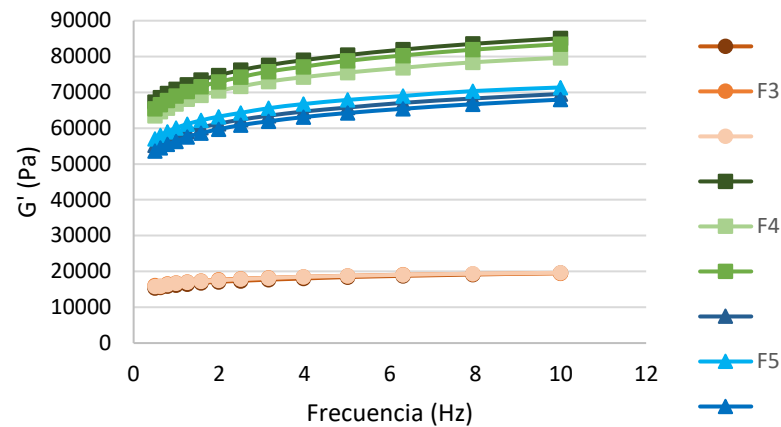


Figura 14: Módulo de elasticidad (G') de tallarines con harina de oca y quinua (INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA).

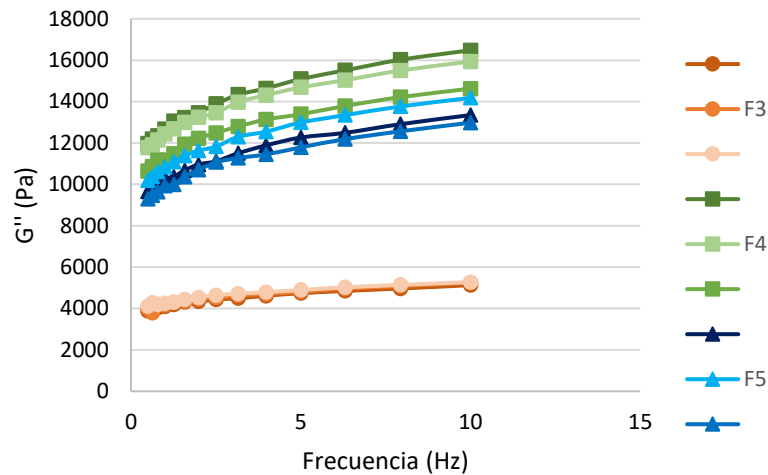


Figura 15: Módulo de pérdida (G'') de tallarines con harina de oca y quinua (INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA).

Las figuras 14 y 15 muestran el módulo de elasticidad (G') y pérdida (G'') de las formulaciones F3, F4 y F5 (formulaciones con diferentes proporciones de harina de oca y harina de quinua) representadas frente a la frecuencia a 30 °C. Tanto G' y G'' de las formulaciones dependen de la frecuencia de oscilación y aumentan a medida que aumenta la frecuencia. Los espectros mecánicos de las formulaciones evaluados en este estudio mostraron que $G' > G''$ en todo el rango de frecuencia (Hz). Las formulaciones F4 y F5 mostraron un comportamiento elástico dominante en comparación a un comportamiento viscoso muy similar a los sólidos elásticos (Diantom *et al.*, 2019), mientras que la formulación F3 independientemente de que $G' > G''$, porque presenta un comportamiento

menos elástico y viscoso en comparación con las demás formulaciones. De acuerdo a los resultados obtenidos se podría decir que a mayor porcentaje de HO la elasticidad incrementa, esto debido a las interacciones intermoleculares del almidón que formaron una estructura de gel, esta característica pudo deberse a lo planteado por (Niu *et al.*, 2017) donde indicaron que la amilopectina es fuertemente hidrofílica, lo que favorece a la absorción adecuada de agua, hinchamiento y responsable de la viscosidad. El comportamiento reológico en las pastas está fuertemente influenciado por la capacidad de absorción de agua de las harinas, en este sentido, la cohesión de las masas esta influenciada por el contenido proteico y la formación estructural (Torres *et al.*, 2021).

De acuerdo Zhao *et al.*, (2020) indicaron que las pruebas reológicas se utilizan con frecuencia en investigaciones sobre el procesamiento de alimentos. Las evaluaciones de los comportamientos reológicos pueden reflejar la calidad del producto terminado. También, Padalino *et al.*, (2016) indicaron que para obtener productos sin gluten de buena calidad a partir de harinas alternativas es necesario adoptar formulaciones equilibradas y procesos tecnológicos adecuados, debido a los cambios en las propiedades reológicas provocados por la falta de gluten. Es así que, Culetu *et al.*, (2021) se observó que la adición de hidrocoloides causa diferencias en las propiedades reológicas de la red de almidón (goma xantana, carboximetilcelulosa, pectina, agar, proteína de huevo en polvo, almidón de tapioca, harina de semilla de guar y quitosano) debido principalmente a cambios en la gelatinización de los gránulos y la solubilización de la goma o interacciones almidón-goma.

Siendo estos valores obtenidos similares a los reportados por: (J. Han *et al.*, 2022) en fideos de harina de frijol blanco; (Larrosa *et al.*, 2015) en pasta de harina de maíz sin gluten y complementos; (Niu *et al.*, 2017) en fideos de harina de trigo integral; (Pu *et al.*, 2021) en fideos de harina de trigo con papa; (Xiao *et al.*, 2023) en fideos de arroz fermentado; y (Zia *et al.*, 2023) en fideos instantáneos de papa fresca; donde todos reportaron que $G' > G''$.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se determinaron las mezclas adecuadas de harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA de los tallarines, obteniéndose 7 formulaciones óptimas, a las cuales se evaluaron, calidad de cocción, color, textura, humedad y acidez, siendo las formulaciones F3, F4 y F5, tener mayor porcentaje de deseabilidad compuesta de 54, 44 y 44 % respectivamente, encontrándose en un rango de 8.06 a 8.24 minutos de tiempo de cocción, 137.27 a 152.92 % agua absorbida, 176.11 a 195.32 % grado de hinchamiento, 0.12 a 0.44 % pérdida de sólidos, 40.25 a 46.50 Luminosidad, 3.62 a 4.23 a*, 8.94 a 10.98 b*, 49.59 a 51.18 N dureza, 0.49 a 0.54 cohesividad, 0.85 a 0.88 elasticidad, 20.69 a 24.62 N masticabilidad, 24.07 a 27.84 N gomosidad, 11.34 a 11.82 humedad y 0.07 a 0.12 % acidez titulable. Por ende, se puede concluir que dichas formulaciones se encuentran dentro de los parámetros de una pasta de calidad de acuerdo a la NTP 206.010:2016.

Se evaluaron las características organolépticas (color, olor, sabor, textura y apariencia general) en 100 jueces de tipo consumidor empleando una escala hedónica de 5 puntos de los tallarines con harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA, de las formulaciones F3, F4 y F5 las cuales no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí, por consiguiente, todas las formulaciones fueron aceptables por los consumidores.

Se determinó la composición química proximal, contenido de micronutrientes (calcio y litio), capacidad antioxidante y contenido de gluten por el método de gluten (bruto) de los tallarines con harina de oca de la variedad K'eny y harina de quinua de las variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA, donde las formulaciones F3, F4 y F5 se encontraron en un rango de 10.04 a 11.11 % humedad, 18.70 a 19.11 % proteína, 0.43 a 0.70 % grasa, 1.58 a 1.94 % fibra cruda, 66.49 a 67.15 % carbohidratos, 2.99 a 3.26 % cenizas, 678.91 a 736.31 mg/Kg calcio, 0.14 a 0.17 mg/Kg litio, 42.30 a 51.9 % capacidad antioxidante, sin presencia de gluten y con mayor módulo de elasticidad ($G' > G''$). Por tanto, se concluye que la formulación F4 presentó mejor composición química proximal, contenido de micronutrientes, capacidad antioxidante y propiedad reológica.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar los parámetros de la pasta en función a las variaciones de temperatura.
- Se sugiere realizar la elaboración de pasta mediante otro método (extruido).
- Se sugiere realizar estudios similares impulsando la creación de nuevos productos con materias primas de la región Puno.
- Se recomienda ampliar en trabajo realizado, teniendo en consideración los panelistas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC. (2000). *Métodos aprobados por la Asociación Americana de Químicos de Cereales*. St. Paul (10th ed.). https://www.cerealsgrains.org/resources/Methods/Pages/66Semolina_Pasta_NoodleQuality.aspx
- Alonso-Miravalles, L., & O'Mahony, J. A. (2018). Composition, protein profile and rheological properties of pseudocereal-based protein-rich ingredients. *Foods*, 7(5). <https://doi.org/10.3390/foods7050073>
- Andrews, D. (2017). Race, Status, and Biodiversity: The Social Climbing of Quinoa. *Culture, Agriculture, Food and Environment*, 39(1), 15–24. <https://doi.org/10.1111/cuag.12084>
- Arámburo-Gálvez, J. G., Beltrán-Cárdenas, C. E., Geralda André, T., Carvalho Gomes, I., Macêdo-Callou, M. A., Braga-Rocha, É. M., Mye-Takamatu-Watanabe, E. A., Rahmeier-Fietz, V., Figueroa-Salcido, O. G., Vergara-Jiménez, M. de J., Flores-Mendoza, L. K., Ontiveros, N., & Cabrera-Chávez, F. (2020). Prevalence of Adverse Reactions to Gluten and People Going on a Gluten-Free Diet: A Survey Study Conducted in Brazil. *Medicina*, 56(4), 163. <https://doi.org/10.3390/medicina56040163>
- Aranibar, C., Pigni, N. B., Martínez, M., Aguirre, A., Ribotta, P., Wunderlin, D., & Borneo, R. (2018). Utilization of a partially-deoiled chia flour to improve the nutritional and antioxidant properties of wheat pasta. *LWT*, 89, 381–387. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2017.11.003>
- Aranibar Vaca, C. (2017). *Mejoramiento de la capacidad antioxidante y de la calidad nutricional de pastas mediante el uso de un derivado de chía (Salvia hispanica)*. Universidad Nacional de Córdoba.
- Aristizábal, J., Sánchez, T., & Lorío Mejía, D. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*.
- Arribas, C., Cabellos, B., Cuadrado, C., Guillamón, E., & Pedrosa, M. M. (2020). Cooking Effect on the Bioactive Compounds, Texture, and Color Properties of Cold-Extruded Rice/Bean-Based Pasta Supplemented with Whole Carob Fruit. *Foods*, 9(4), 415. <https://doi.org/10.3390/foods9040415>
- Astaíza, M., Ruíz, L., & Elizalde, A. (2010). Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinoa y zanahoria. *Rev. Bio. Agro.*, vol 8.
- Ayseli, M. T., Yilmaz, M. T., Cebi, N., Sagdic, O., Ozmen, D., & Capanoglu, E. (2020). Physicochemical, rheological, molecular, thermal and sensory evaluation of newly developed complementary infant (6–24 months old) foods prepared with quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) flour. *Food Chemistry*, 315, 126208. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2020.126208>
- Baldera, K., Chaupis-Meza, D., Cárcamo, C., Holmes, K., & García, P. (2020). Population seroprevalence of celiac disease in urban areas of Peru. *Revista Peruana*

- de Medicina Experimental y Salud Publica*, 37(1), 63–66.
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.371.4507>
- Ballester-Sánchez, J., Fernández-Espinar, M. T., & Haros, C. M. (2020). Isolation of red quinoa fibre by wet and dry milling and application as a potential functional bakery ingredient. *Food Hydrocolloids*, 101, 105513.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2019.105513>
- Ballester-Sánchez, J., Gil, J. V., Fernández-Espinar, M. T., & Haros, C. M. (2019). Quinoa wet-milling: Effect of steeping conditions on starch recovery and quality. *Food Hydrocolloids*, 89, 837–843.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2018.11.053>
- Basantes Morales, E. R. (2015). *Manejo de Cultivos Andinos del Ecuador* (1ra edición).
- Bayomy, H., & Alamri, E. (2022). Technological and nutritional properties of instant noodles enriched with chickpea or lentil flour. *Journal of King Saud University - Science*, 34(3), 101833. <https://doi.org/10.1016/J.JKSUS.2022.101833>
- Beitane, I., & Marisheva, A. (2023). The Potential of Amaranth as a Basic Raw Material for the Production of Pasta for a Vegan Diet. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/app13063944>
- Bekele, D. W., & Admassu Emire, S. (2023). Formulation optimization and characterization of functional Kemesha. *Heliyon*, 9(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20829>
- Benítez-Estrada, A., Villanueva-Sánchez, J., González-Rosendo, G., Alcántar-Rodríguez, V. E., Puga-Díaz, R., & Quintero-Gutiérrez, A. G. (2020). Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 23. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244>
- Bertero, H. D., De La Vega, A. J., Correa, G., Jacobsen, S. E., & Mujica, A. (2004). Genotype and genotype-by-environment interaction effects for grain yield and grain size of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as revealed by pattern analysis of international multi-environment trials. *Field Crops Research*, 89(2–3), 299–318. <https://doi.org/10.1016/J.FCR.2004.02.006>
- Binaghi, M. J., Dyner, L. M., & Lopez, L. B. (2019). Mineral bioavailability in foods made with gluten-free commercial premixes. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 23(2). <https://doi.org/10.14306/renhyd.23.2.606>
- Boirivant, J. A. (2009). La programación lineal aplicación de la pequeña y medianas empresas. *Reflexiones*, 88(1), 89–105.
- Bolarinwa, I. F., & Oyesiji, O. O. (2021). Gluten free rice-soy pasta: proximate composition, textural properties and sensory attributes. *Heliyon*, 7(1), e06052. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06052>

- Bouasla, A., & Wójtowicz, A. (2019). Rice-buckwheat gluten-free pasta: Effect of processing parameters on quality characteristics and optimization of extrusion-cooking process. *Foods*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/foods8100496>
- Bozorg, S. R., Lee, A., Mårild, K., & Murray, J. (2024). The Economic Iceberg of Celiac Disease: More than the Cost of Gluten-Free Food. *Gastroenterology*. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2024.02.051>
- Bresciani, A., Pagani, M. A., & Marti, A. (2022). Pasta-Making Process: A Narrative Review on the Relation between Process Variables and Pasta Quality. In *Foods* (Vol. 11, Issue 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/foods11030256>
- Çalışkan Koç, G., & Pandiselvam, R. (2022). Evaluation of Physicochemical, Functional, and Sensorial Characteristics of Gluten-Free Turkish Noodle “erişte” Formulated with Oat and Quinoa Flours. *Journal of Food Quality*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8622114>
- Camelo-Méndez, G. A., Agama-Acevedo, E., Rosell, C. M., de J. Perea-Flores, M., & Bello-Pérez, L. A. (2018). Starch and antioxidant compound release during in vitro gastrointestinal digestion of gluten-free pasta. *Food Chemistry*, 263, 201–207. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.04.075>
- Campos, D., Chirinos, R., Gálvez Ranilla, L., & Pedreschi, R. (2018). Bioactive Potential of Andean Fruits, Seeds, and Tubers. *Advances in Food and Nutrition Research*, 84, 287–343. <https://doi.org/10.1016/BS.AFN.2017.12.005>
- Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., & Paucar-Menacho, L. M. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Nutritional composition and bioactive compounds of grain and leaf, and impact of heat treatment and germination. In *Scientia Agropecuaria* (Vol. 13, Issue 3, pp. 209–220). Universidad Nacional de Trujillo. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>
- Cardo, A., Churruca, I., Lasa, A., Navarro, V., Vázquez-Polo, M., Perez-Junkera, G., & Larretxi, I. (2021). Nutritional imbalances in adult celiac patients following a gluten-free diet. In *Nutrients* (Vol. 13, Issue 8). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu13082877>
- Carrizo, S. L., de Moreno de LeBlanc, A., LeBlanc, J. G., & Rollán, G. C. (2020). Quinoa pasta fermented with lactic acid bacteria prevents nutritional deficiencies in mice. *Food Research International*, 127, 108735. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2019.108735>
- Castañeta, G., Castañeta, R., & Peñarrieta, J. M. (2022). CAMBIOS FISICOQUÍMICOS POR EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN SOLAR EN TUBÉRCULOS DE OXALIS TUBEROSA, “OCA” CULTIVADOS EN BOLIVIA. *Bolivian Journal of Chemistry*, 39(2), 0–00. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.39.2.3>
- Castaño-Carvajal, M. F., Correa-Giraldo, D., & Agudelo-Laverde, L. M. (2019). Elaboración de productos tipo tallarín libres de gluten y evaluación de sus propiedades fisicoquímicas. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, 22(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v22>

- Chase, M. W., & Reveal, J. L. (2009). A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, *161*, 122–127. <https://academic.oup.com/botlinnean/article/161/2/122/2418423>
- Chirinos, R., Betalleluz-Pallardel, I., Huamán, A., Arbizu, C., Pedreschi, R., & Campos, D. (2009). HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. *Food Chemistry*, *113*(4), 1243–1251. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2008.08.015>
- Chungchunlam, S. M. S., Moughan, P. J., Garrick, D. P., & Drewnowski, A. (2020). Animal-sourced foods are required for minimum-cost nutritionally adequate food patterns for the United States. *Nature Food*, *1*(6), 376–381. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0096-8>
- Collado, L. S., & Corke, H. (2015). Noodles: Starch. In *Encyclopedia of Food Grains: Second Edition* (Vols. 3–4, pp. 64–71). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00121-2>
- Cordelino, I. G., Tyl, C., Inamdar, L., Vickers, Z., Marti, A., & Ismail, B. P. (2019). Cooking quality, digestibility, and sensory properties of proso millet pasta as impacted by amylose content and prolamin profile. *LWT*, *99*, 1–7. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2018.09.035>
- Córdoba-Cerón, D. M., Carranza-Saavedra, D., Roa-Acosta, D. F., Hoyos-Concha, J. L., & Solanilla-Duque, J. F. (2022). Physical and culinary analysis of long gluten-free extruded pasta based on high protein quinoa flour. *Front. Sustain. Food Syst.*, *6*(101). <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1017324>
- Coronado H., M., Vega y León, S., Gutierrez T., R., Vásquez F., M., & Radilla V., C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Rev Chil Nutr*, *42*(2), 206–212. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- Craine, E. B., & Murphy, K. M. (2020). Seed Composition and Amino Acid Profiles for Quinoa Grown in Washington State. *Frontiers in Nutrition*, *7*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00126>
- Cruz, G., Ribotta, P., Ferrero, C., & Iturriaga, L. (2016). Physicochemical and rheological characterization of Andean tuber starches: Potato (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigenum*), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and Papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas). *Starch/Staerke*, *68*(11–12), 1084–1094. <https://doi.org/10.1002/star.201600103>
- Culetu, A., Duta, D. E., Papageorgiou, M., & Varzakas, T. (2021). The role of hydrocolloids in gluten-free bread and pasta; rheology, characteristics, staling and glycemic index. In *Foods* (Vol. 10, Issue 12). MDPI. <https://doi.org/10.3390/foods10123121>

- Dahiya, V., Vasudeva, N., Sharma, S., & Kumar, A. (2022). Role of Dietary Supplements in Thyroid Diseases. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders - Drug Targets*, 22(10), 985–996. <https://doi.org/10.2174/1871530322666220419125131>
- D'Amico, S., Jungkunz, S., Balasz, G., Foeste, M., Jekle, M., Tömöskösi, S., & Schoenlechner, R. (2019). Abrasive milling of quinoa: Study on the distribution of selected nutrients and proteins within the quinoa seed kernel. *Journal of Cereal Science*, 86, 132–138. <https://doi.org/10.1016/J.JCS.2019.01.007>
- De Bock, P., Cnops, G., Muylle, H., Quataert, P., Eeckhout, M., & Van Bockstaele, F. (2022). Physicochemical Characterization of Thirteen Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Varieties Grown in North-West Europe—Part II. *Plants*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/plants11030265>
- De Bock, P., Daelemans, L., Selis, L., Raes, K., Vermeir, P., Eeckhout, M., & Van Bockstaele, F. (2021). Comparison of the chemical and technological characteristics of wholemeal flours obtained from amaranth (*Amaranthus* sp.), quinoa (*Chenopodium quinoa*) and buckwheat (*Fagopyrum* sp.) seeds. *Foods*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/foods10030651>
- De la Calle, I., Ros, G., Peñalver, R., & Nieto, G. (2020). Celiac disease: Causes, pathology, and nutritional assessment of gluten-free diet. a review. *Nutricion Hospitalaria*, 37(5), 1043–1051. <https://doi.org/10.20960/nh.02913>
- Delgado Santillan, D. J. (2020). *Elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de Brócoli (Brassica oleraceae var. italica)*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Diantom, A., Curti, E., Carini, E., Boukid, F., Mattarozzi, M., Vodovotz, Y., Careri, M., & Vittadini, E. (2019). A multi-scale approach for pasta quality features assessment. *LWT*, 101, 285–292. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2018.11.004>
- Diaz Ocampo, R. (2018). *Reología aplicada a sistemas alimentarios* (Editorial Grupo Compás, Ed.; Primera). <http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/270>
- DRA, D. de E. A. e I. de la R. A. P. (2024). *Boletín síntesis agrario. Intenciones de siembra campaña agrícola 2023-2024*.
- Duizer, L. M., & Walker, S. B. (2016). The Application of Sensory Science to the Evaluation of Grain-Based Foods. *Reference Module in Food Science*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00134-7>
- Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (2001). Separation and Characterization of Anthocyanins by HPLC. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 00(1). <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0103s00>
- Duta, D. E., Culetu, A., & Sozer, N. (2019). Effect of dry fractionated hybrid protein ingredients on the structural, textural, thermal and sensory properties of gluten-free oat and faba pasta. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(12), 3205–3215. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14297>

- El-Sohaimy, S. A., Brennan, M., Darwish, A. M. G., & Brennan, C. (2020). Physicochemical, texture and sensorial evaluation of pasta enriched with chickpea flour and protein isolate. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(1), 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.05.005>
- Encina-Zelada, C., Cadavez, V., Pereda, J., Gómez-Pando, L., Salvá-Ruíz, B., Teixeira, J. A., Ibañez, M., Liland, K. H., & Gonzales-Barron, U. (2017). Estimation of composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) grains by Near-Infrared Transmission spectroscopy. *LWT - Food Science and Technology*, 79, 126–134. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2017.01.026>
- Espinales, E. (2020). *Caracterización físico-química y tecnofuncional de pasta tipo spaghetti elaborado a partir de harinas de cultivos andinos infrautilizados y residuos agroindustriales*. Universidad Técnica de Ambato.
- Fagandini Ruiz, F., Bazile, D., Drucker, A. G., Tapia, M., & Chura, E. (2021). Geographical distribution of quinoa crop wild relatives in the Peruvian Andes: a participatory mapping initiative. *Environment, Development and Sustainability*, 23(4), 6337–6358. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00875-y>
- FAO. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú* (Primera edición). www.inia.gob.pe/
- FAO. (2024). *Cultivos tradicionales*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura . <https://www.fao.org/traditional-crops/oca/es/>
- Farzana, T., Abedin, M. J., Abdullah, A. T. M., & Reaz, A. H. (2023). Exploring the impact of pumpkin and sweet potato enrichment on the nutritional profile and antioxidant capacity of noodles. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100849. <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2023.100849>
- Filho, A. M. M., Pirozi, M. R., Borges, J. T. D. S., Pinheiro Sant’Ana, H. M., Chaves, J. B. P., & Coimbra, J. S. D. R. (2017). Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(8), 1618–1630. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.1001811>
- Flores, T., Alape-Girón, A., Flores-Díaz, M., & Flores, H. E. (2002). Ocatin. A novel tuber storage protein from the Andean tuber crop oca with antibacterial and antifungal activities. *Plant Physiology*, 128(4), 1291–1302. <https://doi.org/10.1104/pp.010541>
- Foschia, M., Peressini, D., Sensidoni, A., Brennan, M. A., & Brennan, C. S. (2015). How combinations of dietary fibres can affect physicochemical characteristics of pasta. *LWT - Food Science and Technology*, 61(1), 41–46. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2014.11.010>
- Gaikwad K K, Pawar G S, & Shingote A B. (2021). Effect of Addition of quinoa Flour on Cooking and Sensorial qualities of Noodles. *Biological Forum-An International Journal*, 13(2), 660. www.researchtrend.net
- Gao, Y., Janes, M. E., Chaiya, B., Brennan, M. A., Brennan, C. S., & Prinyawiwatkul, W. (2018). Gluten-free bakery and pasta products: prevalence and quality

- improvement. In *International Journal of Food Science and Technology* (Vol. 53, Issue 1, pp. 19–32). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13505>
- García-Valle, D. E., Bello-Pérez, L. A., Agama-Acevedo, E., & Álvarez-Ramírez, J. (2021). Structural characteristics and in vitro starch digestibility of pasta made with durum wheat semolina and chickpea flour. *LWT*, *145*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111347>
- Garzón, G. A. (2008). Anthocyanins As Natural Colorants And Bioactive Compounds: A Review. *Acta Biológica Colombiana*, *13*(3), 27–36. <https://www.researchgate.net/publication/262446085>
- Glorio Paulet, P., Arturo Bello-Pérez, L., & Salas Evelyn Buleje, F. (2009). Características viscoelásticas y estimaciones de masas moleculares en almidón de oca (*Oxalis tuberosum*). *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, *75*(2), 266–276. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371937613014>
- Graf, B. L., Rojo, L. E., Delatorre-Herrera, J., Poulev, A., Calfio, C., & Raskin, I. (2016). Phytoecdysteroids and flavonoid glycosides among Chilean and commercial sources of *Chenopodium quinoa*: Variation and correlation to physico-chemical characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *96*(2), 633–643. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7134>
- Guinand Guzmán, C. (2013). *Formulación de una masa para pizza libre de gluten utilizando harinas alternativas*. Universidad De San Buenaventura.
- Guo, X. N., Gao, F., & Zhu, K. X. (2020). Effect of fresh egg white addition on the quality characteristics and protein aggregation of oat noodles. *Food Chemistry*, *330*, 127319. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2020.127319>
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos* (R. Bosque Alayón, P. E. Roig Vásquez, & L. Campa Rojas, Eds.; Segunda edición). McGRAW-Hill/Interamericana Editores, S.A. www.FreeLibros.org
- Hager, A. S., Czerny, M., Bez, J., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2013). Starch properties, in vitro digestibility and sensory evaluation of fresh egg pasta produced from oat, teff and wheat flour. *Journal of Cereal Science*, *58*(1), 156–163. <https://doi.org/10.1016/J.JCS.2013.03.004>
- Han, J., Pang, L., Bao, L., Ye, X., & Lu, G. (2022). Effect of White Kidney Bean Flour on the Rheological Properties and Starch Digestion Characteristics of Noodle Dough. *Foods*, *11*(22). <https://doi.org/10.3390/foods11223680>
- Han, Y., Chi, J., Zhang, M., Zhang, R., Fan, S., Dong, L., Huang, F., & Liu, L. (2019). Changes in saponins, phenolics and antioxidant activity of quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) during milling process. *LWT*, *114*, 108381. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2019.108381>
- Haros, C., & Wronkowska, M. (2017). Pseudocereal Dry and Wet Milling: Processes, Products and Applications. In *Pseudocereals: Chemistry and technology* (John Wiley & Sons., pp. 140–163).

- Hatcher, D. W., Edwards, N. M., & Dexter, J. E. (2008). Effects of particle size and starch damage of flour and alkaline reagent on yellow alkaline noodle characteristics. *Cereal Chemistry*, 85(3), 425–432. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-85-3-0425>
- Hernández-Lauzardo, A. N., Méndez-Montevalvo, G., Velázquez Del Valle, M. G., Solorza-Feria, J., & Bello-Pérez, L. A. (2004). Isolation and partial characterization of Mexican *Oxalis tuberosa* starch. *Starch/Staerke*, 56(8), 357–363. <https://doi.org/10.1002/star.200300235>
- Hosen, M. A., Moz, S. H., Kabir, Sk. S., Galib, Dr. S. Md., & Adnan, Dr. Md. N. (2023). Enhancing Thyroid Patient Dietary Management with an Optimized Recommender System based on PSO and K-means. *Procedia Computer Science*, 230, 688–697. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.12.124>
- Huamani-Huamani, A. L., Ponce-Ramírez, J. C., & Málaga-Juárez, J. (2020). Optimization of the quinoa cooking process using the 3k design and the desirability function: Degree of gelatinization, water absorption index, solubility index and cotyledon detachment. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 381–390. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.10>
- INDECOPI. (2013). *NTP 011.451 - GRANOS ANDINOS. Harina de quinua. Requisitos*. R.0020-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2013-04-07
- INDECOPI. (2016). *NTP- Pastas o fideos para consumo humano*. R.D. N° 036-2016-INACAL/DN. Publicada el 2016-12-20
- Jain, S., Lamba, B. Y., & Dubey, S. K. (2024). Recent advancements in the sensors for food analysis to detect gluten: A mini-review [2019–2023]. *Food Chemistry*, 449, 139204. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139204>
- Jimenez, M. E., Rossi, A., & Sammán, N. (2015). Health properties of oca (*Oxalis tuberosa*) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Food and Function*, 6(10), 3266–3274. <https://doi.org/10.1039/c5fo00174a>
- Kabir, M. R., Hasan, S. M. K., Islam, M. R., & Ahmed, M. (2024). Development of functional noodles by encapsulating mango peel powder as a source of bioactive compounds. *Heliyon*, 10(1), e24061. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E24061>
- Kang, J., Lee, J., Choi, M., Jin, Y., Chang, D., Chang, Y. H., Kim, M., Jeong, Y., & Lee, Y. (2017). Physicochemical and textural properties of noodles prepared from different potato varieties. *Preventive Nutrition and Food Science*, 22(3), 246–250. <https://doi.org/10.3746/pnf.2017.22.3.246>
- Kaur, S., Kumar, K., Singh, L., Sharanagat, V. S., Nema, P. K., Mishra, V., & Bhushan, B. (2024). Gluten-free grains: Importance, processing and its effect on quality of gluten-free products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(7), 1988–2015. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2119933>
- Kill, R. C., & Turnbull, K. (Keith). (2001). *Pasta and semolina technology*. Blackwell Science.

- Kraithong, S., Lee, S., & Rawdkuen, S. (2019). Effect of red Jasmine rice replacement on rice flour properties and noodle qualities. *Food Science and Biotechnology*, 28(1), 25–34. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0452-8>
- Kraithong, S., & Rawdkuen, S. (2021). Quality attributes and cooking properties of commercial Thai rice noodles. *PeerJ*, 9, e11113. <https://doi.org/10.7717/peerj.11113>
- Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N., & Califano, A. (2015). Dynamic rheological analysis of gluten-free pasta as affected by composition and cooking time. *Journal of Food Engineering*, 160, 11–18. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2015.03.019>
- Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N., & Califano, A. (2016). Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. *LWT*, 70, 96–103. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2016.02.039>
- Lebwohl, B., Sanders, D. S., & Green, P. H. R. (2018). Coeliac disease. In *The Lancet* (Vol. 391, Issue 10115, pp. 70–81). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31796-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31796-8)
- Lees, R. (1982). *Análisis de los alimentos. Métodos analíticos y de control de calidad*. (2da. española). Editorial Acribia.
- Levent, H. (2017). Effect of partial substitution of gluten-free flour mixtures with chia (*Salvia hispanica* L.) flour on quality of gluten-free noodles. *Journal of Food Science and Technology*, 54(7), 1971–1978. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2633-5>
- Li, G., & Zhu, F. (2018). Quinoa starch: Structure, properties, and applications. *Carbohydrate Polymers*, 181, 851–861. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2017.11.067>
- Li, Y., Wang, Z., Qin, Y., Ji, N., Xiong, L., & Sun, Q. (2024). Preparation of porous-structured flat potato starch noodles with gelatin for shortening cooking time. *Food Hydrocolloids*, 149, 109573. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2023.109573>
- Li, Y., Xiao, J., Tu, J., Yu, L., & Niu, L. (2021). Matcha-fortified rice noodles: Characteristics of in vitro starch digestibility, antioxidant and eating quality. *LWT*, 149, 111852. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.111852>
- Linares-García, L., Repo-Carrasco-Valencia, R., Paulet, P. G., & Schoenlechner, R. (2019). Development of gluten-free and egg-free pasta based on quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) with addition of lupine flour, vegetable proteins and the oxidizing enzyme POx. *European Food Research and Technology*, 245(10), 2147–2156. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03320-1>
- López-Mejía, N., & Morales Posada, N. B. (2020). Optimization of the formulation of gluten-free pasta enriched with dehydrated pumpkin pulp using the method of mix design. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.29918>

- López-Torres, R., Ramírez-Guzmán, M. E., González-Cossio, F. V., Martínez-Garza, A., & Espinosa-Solares, T. (2002). Una región de confianza para las variables explicatorias en experimentos con mezclas utilizando calibración. *Agrociencia*, *36*(5), 579-592.
- Lorusso, A., Verni, M., Montemurro, M., Coda, R., Gobbetti, M., & Rizzello, C. G. (2017). Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features. *LWT*, *78*, 215–221. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2016.12.046>
- Lu, X., Guo, X., & Zhu, K. (2022). Effect of Fermentation on the Quality of Dried Hollow Noodles and the Related Starch Properties. *Foods*, *11*(22). <https://doi.org/10.3390/foods11223685>
- Lucisano, M., Cappa, C., Fongaro, L., & Mariotti, M. (2012). Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the cooking behaviour. *Journal of Cereal Science*, *56*(3), 667–675. <https://doi.org/10.1016/J.JCS.2012.08.014>
- Luziatelli, G., Alandia, G., Rodríguez, J. P., Manrique, I., Jacobsen, S. E., & Sørensen, M. (2023). Ethnobotany of Andean minor tuber crops: tradition and innovation—Oca (*Oxalis tuberosa* Molina—Oxalidaceae), Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.—Tropaeoleaceae) and Ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas—Basellaceae). *Varieties and Landraces: Cultural Practices and Traditional Uses: Volume 2: Underground Starchy Crops of South American Origin: Production, Processing, Utilization and Economic Perspectives*, *2*, 79–100. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90057-7.00009-7>
- Ma, Y. S., Pan, Y., Xie, Q. T., Li, X. M., Zhang, B., & Chen, H. Q. (2019). Evaluation studies on effects of pectin with different concentrations on the pasting, rheological and digestibility properties of corn starch. *Food Chemistry*, *274*, 319–323. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.09.005>
- Martinez, C. S. (2010). *Utilización de pastas como alimentos funcionales*. Universidad Nacional de la Plata.
- Martinez de Victoria, E. (2016). El calcio, esencial para la salud. *Nutricion Hospitalaria*, *33*, 26–31. <https://doi.org/10.20960/nh.341>
- Martins, P. C., Gutkoski, L. C., & Martins, V. G. (2018). Impact of acid hydrolysis and esterification process in rice and potato starch properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, *120*, 959–965. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2018.08.170>
- Mastromatteo, M., Chillo, S., Iannetti, M., Civica, V., & Del Nobile, M. A. (2011). Formulation optimisation of gluten-free functional spaghetti based on quinoa, maize and soy flours. *International Journal of Food Science and Technology*, *46*(6), 1201–1208. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02613.x>
- Matuszewska, A., Jaszek, M., Stefaniuk, D., Ciszewski, T., & Matuszewski, Ł. (2018). Anticancer, antioxidant, and antibacterial activities of low molecular weight

- bioactive subfractions isolated from cultures of wood degrading fungus *Cerrena unicolor*. *PLOS ONE*, 13(6), e0197044. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197044>
- Medina Ochoa, M. (2021). *Efecto del tiempo de soleado de la oca (Oxalis tuberosa), sobre la capacidad antioxidante y concentración de azúcares*. Universidad Nacional de Juliaca.
- Medina, W., Skurtys, O., & Aguilera, J. M. (2010). Study on image analysis application for identification Quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd) geographical provenance. *LWT*, 43(2), 238–246. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.07.010>
- Mezzatesta, P., Farah, S., Di Fabio, A., & Emilia, R. (2020). *Variation of the Nutritional Composition of Quinoa According to the Processing Used*. 4. <https://doi.org/10.3390/proceedings2020053004>
- Milde, L. B., Rivero, D. A., Chigal, P. S., Zubreski, E., Chade, M., & Brumovsky, L. A. (2021). Changes in the physical, textural and chemical properties of the enriched pasta elaborated with cassava starch. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100396>
- Miller, M. J., Kendall, I., Capriles, J. M., Bruno, M. C., Evershed, R. P., & Hastorf, C. A. (2021). *Quinoa, potatoes, and llamas fueled emergent social complexity in the Lake Titicaca Basin of the Andes*. <https://doi.org/10.1073/pnas.2113395118/-/DCSupplemental>
- MINAGRI, M. de D. A. y R. (2024). *Observatorio de siembras y perspectivas de la producción-Quinua*.
- Mir, S. A., Naseem, Z., & Wani, S. M. (2024). Development of composite cereal flour noodles and their technological, antioxidant and sensory characterization during storage. *Food Chemistry Advances*, 4, 100650. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHA.2024.100650>
- Mohammad, N., Zubair, S., Hashmi, I., & More, D. (2017). Physico-chemical and nutritional properties of quinoa seed: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(5), 2067–2069.
- Moncrieff, J. (2018). El litio y otros fármacos para el trastorno maníaco - depresivo y bipolar. *Rev. Asoc. Esp. Neoropsiq.*, 38(133), 283–299. <https://doi.org/10.4321/S0211-57352018000100015>
- Mora Guzmán, A. C. (2012). *Evaluación de la calidad de cocción y calidad sensorial de pasta elaborada a partir de mezclas de sémola de trigo y harina de quinua*. Universidad Nacional de Colombia.
- Morillo C., A. C., Morillo C., Y., & Leguizamo M., M. F. (2019). Caracterización morfológica y molecular de *Oxalis tuberosa* Mol. en el departamento de Boyacá. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21(1), 18–28. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.57356>

- Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B. S. (2016). Optimization of textural properties of noodles with soluble fiber, dough mixing time and different water levels. *Journal of Cereal Science*, *69*, 104–110. <https://doi.org/10.1016/J.JCS.2016.02.015>
- Nasir, M. A., Pasha, I., & Nawaz, H. (2015). Biochemical characterization of quinoa with special reference to its protein quality. In *Article in Pakistan Journal of Agricultural Research*. <http://www.pakjas.com.pk>
- Nguyen, T., de Brauw, A., van den Berg, M., & Do, H. T. P. (2021). Testing methods to increase consumption of healthy foods evidence from a school-based field experiment in Viet Nam. *Food Policy*, *101*, 102047. <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2021.102047>
- Nielsen, S. S. (2019). *Food Analysis Laboratory Manual* (Tercera edición). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44127-6>
- Ninfali, P., Panato, A., Bortolotti, F., Valentini, L., & Gobbi, P. (2020). Morphological analysis of the seeds of three pseudocereals by using light microscopy and ESEM-EDS. In *European Journal of Histochemistry* (Vol. 64).
- Niu, M., Hou, G. G., & Zhao, S. (2017). Dough rheological properties and noodle-making performance of non-waxy and waxy whole-wheat flour blends. *Journal of Cereal Science*, *75*, 261–268. <https://doi.org/10.1016/J.JCS.2017.05.002>
- Ore Areche, F., Aguirre Huayhua, L. L., & Ticsihua Huaman, J. (2020). Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.) Mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. *Revista Alfa*, *4*(12), 200–210. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v4i12.84>
- Pachari Vera, E., Alca, J. J., Rondón Saravia, G., Callejas Campioni, N., & Jachmanián Alpuy, I. (2019). Comparison of the lipid profile and tocopherol content of four Peruvian quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars ('Amarilla de Maranganí', 'Blanca de Juli', INIA 415 'Roja Pasankalla', INIA 420 'Negra Collana') during germination. *Journal of Cereal Science*, *88*, 132–137. <https://doi.org/10.1016/J.JCS.2019.05.015>
- Padalino, L., Conte, A., & Nobile, M. A. Del. (2016). Overview on the general approaches to improve gluten-free pasta and bread. *Foods*, *5*(4), 1–18. <https://doi.org/10.3390/foods5040087>
- Pantoja-Tirado, L., Prieto-Rosales, G., & Aguirre, E. (2020). Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para su industrialización. *TAYACAJA*, *3*(1). <https://doi.org/10.46908/rict.v3i1.72>
- Park, J., & Kim, H. S. (2023). Rice-Based Gluten-Free Foods and Technologies: A Review. In *Foods* (Vol. 12, Issue 22). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/foods12224110>
- Paško, P., Bartoń, H., Zagrodzki, P., Gorinstein, S., Fołta, M., & Zachwieja, Z. (2009). Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa

- seeds and sprouts during their growth. *Food Chemistry*, 115(3), 994–998. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2009.01.037>
- Passali, M., Josefsen, K., Frederiksen, J. L., & Antvorskov, J. C. (2020). Current Evidence on the Efficacy of Gluten-Free Diets in Multiple Sclerosis, Psoriasis, Type 1 Diabetes and Autoimmune Thyroid Diseases. *Nutrients*, 12(8), 2316. <https://doi.org/10.3390/nu12082316>
- Pereira, E., Encina-Zelada, C., Barros, L., Gonzales-Barron, U., Cadavez, V., & C.F.R. Ferreira, I. (2019). Chemical and nutritional characterization of Chenopodium quinoa Willd (quinoa) grains: A good alternative to nutritious food. *Food Chemistry*, 280, 110–114. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.12.068>
- Pérez, S., & Bertoft, E. (2010). The molecular structures of starch components and their contribution to the architecture of starch granules: A comprehensive review. In *Starch/Staerke* (Vol. 62, Issue 8, pp. 389–420). <https://doi.org/10.1002/star.201000013>
- Peris Fuertes, B. (2014). *Desarrollo de formulaciones de pasta fresca con incorporación de salvado micronizado y agentes estructurantes: propiedades tecnofuncionales*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Plaza-Torres, J., Martínez-Sánchez, J., & Navarro-Suay, R. (2022). Hábitos alimenticios, estilos de vida y riesgos para la salud. Estudio en una población militar. *Sanid. Mil.*, 78(2), 74–81. <https://doi.org/0.4321/S1887-85712022000200004>
- Präger, A., Munz, S., Nkebiwe, P. M., Mast, B., & Graeff-Hönninger, S. (2018). Yield and quality characteristics of different quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*) cultivars grown under field conditions in southwestern Germany. *Agronomy*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/agronomy8100197>
- Pu, H., Yue, M., Guo, S., Li, Y., Yang, Y., Kuang, J., & Huang, J. (2021). Influence of wheat flour substitution with potato pulp on dough rheology, microstructure and noodle quality. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(6), 2895–2903. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14928>
- Puhin, K., Fukuoka, M., & Ratanasumawong, S. (2021). Effect of starch and non-starch components on water migration, microstructure, starch retrogradation and texture of flat rice noodles made from different rice varieties. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(7), 3344–3354. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14957>
- Qashqari, L., Shakweer, D., Alzaben, A. S., & Hanbazaza, M. A. (2024). Investigation of cost and availability of gluten-free food in Jeddah, KSA. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 19(2), 422–428. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2024.02.001>
- Quenta M., L. M., & Verapinto S., G. (2017). *Obtención de harina de quinua malteada (Chenopodium Quinoa Willd) y suplementada en Minerales Esenciales: Fierro, Calcio, Magnesio y Zinc*. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Rachman, A., Brennan, M. A., Morton, J., & Brennan, C. S. (2019). Effect of egg white protein and soy protein fortification on physicochemical characteristics of banana

- pasta. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(9). <https://doi.org/10.1111/jfpp.14081>
- Ramos, N. J. da S., Rocha, E. B. M., Gusmão, T. A. S., Nascimento, A., Lisboa, H. M., & de Gusmão, R. P. (2023). Optimizing gluten-free pasta quality: The impacts of transglutaminase concentration and kneading time on cooking properties, nutritional value, and rheological characteristics. *LWT*, 189, 115485. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2023.115485>
- Ramos-Diaz, J. M., Kince, T., Sabovics, M., Gürbüz, G., Rauma, A., Lampi, A. M., Piironen, V., Straumite, E., Klava, D., & Jouppila, K. (2020). Relationship of compositional, mechanical, and textural properties of gluten-free pasta using different quinoa (*Chenopodium quinoa*) varieties. *Foods*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/foods9121849>
- Raungrusmee, S., Shrestha, S., Sadiq, M. B., & Anal, A. K. (2020). Influence of resistant starch, xanthan gum, inulin and defatted rice bran on the physicochemical, functional and sensory properties of low glycemic gluten-free noodles. *LWT*, 126, 109279. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.109279>
- Ren, Y., Guo, K., Zhang, B., & Wei, C. (2020). Comparison of physicochemical properties of very small granule starches from endosperms of dicotyledon plants. *International Journal of Biological Macromolecules*, 154, 818–825. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.147>
- Repo de Carrasco, R., Rene, C., & Zelada, E. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y Kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Rev Soc Quím Perú.*, 74(2), 85–99.
- Roca, W. M., Ynouye, C., Manrique, I., Arbizu, C., & Gomez, R. (2007). Indigenous Andean root and tuber crops: New foods for the new millennium. *Chronica Horticulturae. Horticultural Science Focus*, 47(4), 13–19.
- Rungsardthong, V., Namprakob, P., Korkerd, S., & Lamsal, B. (2021). Physical and cooking properties of extruded rice spaghetti supplemented with mango peel fibre. *Journal of Current Science and Technology*, 11(2), 230–239. <https://doi.org/10.14456/jcst.2021.24>
- Sae-Eaw, A., Wongsachia, S., Giacalone, D., Naruetharadhol, P., & Ketkaew, C. (2022). Conceptualizing a Gluten-Free Instant Noodle Prototype Using Environmental Sustainability Aspects: A Cross-National Qualitative Study on Thai and Danish Consumers. *Foods*, 11(16). <https://doi.org/10.3390/foods11162437>
- Sahin, O. I., Dundar, A. N., & Saricaoglu, F. T. (2024). Understanding the gluten-free pasta structure: Impact of ingredients and processes. *Development of Gluten-Free Pasta*, 111–134. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-13238-4.00002-2>
- Sangpring, Y., Fukuoka, M., & Ratanasumawong, S. (2015). The effect of sodium chloride on microstructure, water migration, and texture of rice noodle. *LWT - Food*

- Science and Technology*, 64(2), 1107–1113.
<https://doi.org/10.1016/J.LWT.2015.07.035>
- Satán O., E. L. (2022). *Elaboración de pasta alimenticia con incorporación parcial de harina de quinua*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Satheesh, N., & Fanta, S. W. (2018). Review on structural, nutritional and anti-nutritional composition of Teff (*Eragrostis tef*) in comparison with Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). In *Cogent Food and Agriculture* (Vol. 4, Issue 1). Informa Healthcare. <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1546942>
- Scarton, M., & Clerici, M. T. P. S. (2022). Gluten-free pastas: ingredients and processing for technological and nutritional quality improvement. In *Food Science and Technology (Brazil)* (Vol. 42). Sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos, SBCTA. <https://doi.org/10.1590/FST.65622>
- Schneider, S. A., Tschaidse, L., & Reisch, N. (2023). Thyroid Disorders and Movement Disorders—A Systematic Review. *Movement Disorders Clinical Practice*, 10(3), 360–368. <https://doi.org/10.1002/mdc3.13656>
- Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K., & Berghofer, E. (2010). Functional Properties of Gluten-Free Pasta Produced from Amaranth, Quinoa and Buckwheat. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65(4), 339–349. <https://doi.org/10.1007/s11130-010-0194-0>
- Sharma, S., Malhotra, N., Singh, A., Sharma, R., Domínguez, R., & Lorenzo, J. M. (2022). Modulation in Techno-Functional, Textural Properties, In Vitro Starch Digestibility and Macromolecular–Structural Interactions of Pasta with Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Molecules*, 27(22). <https://doi.org/10.3390/molecules27227835>
- SiEA, S. I. de E. A. (2024). *Boletín estadístico mensual. El agro en cifras*.
- Singla, D., Malik, T., Singh, A., Thakur, S., & Kumar, P. (2024). Advances in understanding wheat-related disorders: A comprehensive review on gluten-free products with emphasis on wheat allergy, celiac and non-celiac gluten sensitivity. *Food Chemistry Advances*, 4, 100627. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHA.2024.100627>
- Siqueira, M. V. B. M., do Nascimento, W. F., Pereira, D. A., Cruz, J. G., Vendrame, L. P. de C., & Veasey, E. A. (2023). Origin, domestication, and evolution of underground starchy crops of South America. *Starchy Crops Morphology, Extraction, Properties and Applications*, 17–42. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90058-4.00011-6>
- Sissons, M. (2016). Pasta. In *Encyclopedia of Food Grains* (pp. 79–89). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00123-6>
- Sjöö, M., & Nilsson, L. (2018). *Starch in Food: Structure, Function and Applications* (Woodhead Publishing). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-01896-2>

- Solah, V. A., & Crosbie, G. B. (2016). Noodles: Testing for Quality. *Encyclopedia of Food Grains: Second Edition*, 3–4, 154–160. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00131-5>
- Sosa, M., Califano, A., & Lorenzo, G. (2019). Influence of quinoa and zein content on the structural, rheological, and textural properties of gluten-free pasta. *European Food Research and Technology*, 245(2), 343–353. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3166-5>
- Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). *Sensory Evaluation Practices*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-672690-9.X5000-8>
- Świercz, A., Żurek, U., Tołwiński, I., Kędzierska, Z., Antkowiak, K., Dadas, K., Małachowska, D., Ciecierski-Koźlarek, H., & Shved, K. (2023). Does a gluten-free diet result in nutritional deficiencies? – a review of literature. *Journal of Education, Health and Sport*, 34(1), 140–153. <https://doi.org/10.12775/jehs.2023.34.01.012>
- Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13(4), 215–225. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00039-8)
- Tang, Y., Li, X., Zhang, B., Chen, P. X., Liu, R., & Tsao, R. (2015). Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. *Food Chemistry*, 166, 380–388. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.018>
- Tavano, O. L., Amistá, M. J. de M., Del Ciello, G., Rodrigues, M. C. M., Bono Nishida, A. M., Valadares, L. A., Siqueira, B. M., Gomes, R. A. da S., Parolini, M. T., & Silva Junior, S. I. da. (2022). Isolation and evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) protein fractions. A nutritional and bio-functional approach to the globulin fraction. *Current Research in Food Science*, 5, 1028–1037. <https://doi.org/10.1016/J.CRFS.2022.06.006>
- Thakur, S., Scanlon, M. G., Tyler, R. T., Milani, A., & Paliwal, J. (2019). Pulse Flour Characteristics from a Wheat Flour Miller’s Perspective: A Comprehensive Review. In *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (Vol. 18, Issue 3, pp. 775–797). Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12413>
- Torres, O. L., Lema, M., & Galeano, Y. V. (2021). Effect of Using Quinoa Flour (*Chenopodium quinoa* Willd.) on the Physicochemical Characteristics of an Extruded Pasta. *International Journal of Food Science*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8813354>
- Torres Vargas, O. L., Lema González, M., & Galeano Loaiza, Y. V. (2021). Optimization study of pasta extruded with quinoa flour (*Chenopodium quinoa* willd). *CYTA - Journal of Food*, 19(1), 220–227. <https://doi.org/10.1080/19476337.2021.1883116>
- Tsao, R., & Deng, Z. (2004). Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals. *Journal of Chromatography B*, 812(1–2), 85–99. <https://doi.org/10.1016/J.JCHROMB.2004.09.028>
- UNESCO. (2016). *Hupa, Quinoa: semilla sagrada, sustento ancestral; Programa Conjunto Granos Andinos*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261004>

- Ungureanu-Iuga, M., & Mironeasa, S. (2023). Changes Induced by Heat Moisture Treatment in Wheat Flour and Pasta Rheological, Physical and Starch Digestibility Properties. *Gels*, 9(6), 449. <https://doi.org/10.3390/gels9060449>
- Valcárcel-Yamani, B., Giovanna Rondán-Sanabria, G., & Finardi-Filho, F. (2013). The physical, chemical and functional characterization of starches from Andean tubers: Oca (*Oxalis tuberosa* Molina), olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas) and mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón). In *Article Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* (Vol. 49, Issue 3).
- Valencia-Chamorro, S. A. (2003). Quinoa. In Academic Press (Ed.), *Encyclopedia of Food Science and Nutrition* (pp. 4895-4902.). <https://doi.org/10.13140/2.1.3142.2726>
- Vázquez-Ovando, A., Mejía-Reyes, J. D., García-Cabrera, K. E., & Velázquez-Ovalle, G. (2022). Capacidad antioxidante: conceptos, métodos de cuantificación y su aplicación en la caracterización de frutos tropicales y productos derivados. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 9(1), 9–33. <https://doi.org/10.23850/24220582.4023>
- Vedia-Quispe, V. S., Gurak, P. D., Espinoza, S. K., & Ruano-Ortiz, J. A. (2016). Calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de tallarines producidos con sustitución parcial de sémola de trigo por harina de amaranto. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 20(3), 190–197. <https://doi.org/10.14306/renhyd.20.3.215>
- Vega-Gálvez, A., Zura, L., Lutz, M., Jagus, R., Victoria Agüero, M., Pastén, A., Di Scala, K., & Uribe, E. (2018). Evaluación de fibra dietética, isoflavonas y compuestos fenolicos con propiedades antioxidantes y antimicrobianas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Anim. Sci., Ex Agro-Ciencia*, 34(1), 57–67.
- Velasco-Rodríguez, C., Valenzuela Meléndrez, M., & Martínez Núñez, Y. (2018). Optimización de las mezclas de harinas de calabacita, maíz y amaranto para la elaboración de tallarines libres de gluten. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(2).
- Velásquez-Barreto, F., & Velezmoro, C. (2018). Rheological and viscoelastic properties of Andean tubers starches. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 189–197. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.02.03>
- Vera, N. G., Espino Manzano, S. O., & Hernandez, H. M. H. (2018). Use of *Oxalis tuberosa* in Gluten-free Baked Goods Manufacture. *Alternative and Replacement Foods*, 17, 167–175. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811446-9.00006-X>
- Vici, G., Belli, L., Biondi, M., & Polzonetti, V. (2016). Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review. *Clinical Nutrition*, 35(6), 1236–1241. <https://doi.org/10.1016/J.CLNU.2016.05.002>
- Villacrés, E., Quelal, M., Galarza, S., Iza, D., & Silva, E. (2022). Nutritional Value and Bioactive Compounds of Leaves and Grains from Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Plants*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/plants11020213>

- Vivas, O., & Sangronis, E. (2018). Perfil de textura instrumental y sensorial de pastas elaboradas con *Cajanus cajan* fermentada. *Rev Fac Farm*, 60(1), 31–36. <https://www.researchgate.net/publication/333880940>
- Wang, S., & Zhu, F. (2016). Formulation and Quality Attributes of Quinoa Food Products. In *Food and Bioprocess Technology* (Vol. 9, Issue 1, pp. 49–68). Springer New York LLC. <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1584-y>
- Wang, Y., Gong, X., Zhang, Y., Geng, D. H., Cao, L., Ruan, C., Yu, L., Zhang, D., & Tong, L. T. (2020). Effect of peeling treatment on the physicochemical properties of quinoa flour. *Journal of Food Process Engineering*, 43(6). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13387>
- Wójtowicz, A., Oniszczyk, A., Kasprzak, K., Olech, M., Mitrus, M., & Oniszczyk, T. (2020). Chemical composition and selected quality characteristics of new types of precooked wheat and spelt pasta products. *Food Chemistry*, 309, 125673. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2019.125673>
- Wu, L. G., Wang, A., Shen, R., & Qu, L. (2020). The effect of slight milling on nutritional composition and morphology of quinoa (*Chenopodium*) grain. *International Journal of Food Engineering*, 16(11). <https://doi.org/10.1515/ijfe-2019-0371>
- Xiao, W., Ding, Y., Cheng, Y., Xu, S., & Lin, L. (2023). Effect of sodium bicarbonate on the physicochemical properties of fermented rice flour and quality characteristics of fermented semi-dried rice noodles. *Frontiers in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1100422>
- Xing, J. J., Jiang, D. H., Yang, Z., Guo, X. N., & Zhu, K. X. (2021). Effect of humidity-controlled dehydration on microbial growth and quality characteristics of fresh wet noodles. *Foods*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/foods10040844>
- Yang, X.-S., Qin, P.-Y., Guo, H.-M., & Ren, G.-X. (2019). Quinoa industry development in China. *Ciencia e Investigacion Agraria*, 46(2), 208–219. <https://doi.org/10.7764/rcia.v46i2.2157>
- Yu, K., Huang, X., He, W., Wu, D., & Du, C. (2023). Kinetics of polyphenol losses during cooking of dried green tea noodles as influenced by microwave treatment of dough. *LWT*, 180, 114675. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2023.114675>
- Zavala, Á. G., Rivero, L. L., García, I. G., & Grajales, O. (2007). Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México. In *Rev Cubana Salud Pública* (Vol. 33, Issue 1).
- Zhang, X., Yu, Y., Cen, Y., Yang, D., Qi, Z., Hou, Z., Han, S., Cai, Z., & Liu, K. (2018). Bivariate Correlation Analysis of the Chemometric Profiles of Chinese Wild *Salvia miltiorrhiza* Based on UPLC-Qq-MS and Antioxidant Activities. *Molecules*, 23(3), 538. <https://doi.org/10.3390/molecules23030538>
- Zhang, Y., Yin, L., Rasheed, H. A., Xia, X., Tekliye, M., Li, Z., Li, J., & Dong, M. (2020). Effects of chitosan on the physicochemical properties, in vitro starch digestibility, antimicrobial potentials, and antioxidant activities of purple highland barley noodles. *LWT*, 132, 109802. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.109802>

- Zhao, B., Shang, J., Wang, L., Liu, L., Tong, L. T., Zhou, X., Wang, S., Zhang, Y., & Zhou, S. (2020). Evaluation of ingredient mixing procedure on quality characteristics of noodles enriched with half hulless barley flour. *International Journal of Food Science and Technology*, 55(10), 3350–3360. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14599>
- Zhu, F. (2020). Dietary fiber polysaccharides of amaranth, buckwheat and quinoa grains: A review of chemical structure, biological functions and food uses. *Carbohydrate Polymers*, 248, 116819. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2020.116819>
- Zhu, F., & Cui, R. (2019). Comparison of molecular structure of oca (*Oxalis tuberosa*), potato, and maize starches. *Food Chemistry*, 296, 116–122. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2019.05.192>
- Zia-ud-Din, Qazi, I. M., Ayub, M., Wahab, S., Khan, S. A., Ullah, H., Ali, S., & Ullah, I. (2023). Measurement of physicochemical and dough pasting properties of fresh potato instant noodles as influenced by addition of emulsifiers. *Measurement: Food*, 11, 100107. <https://doi.org/10.1016/J.MEAFOO.2023.100107>
- Zou, S., Wang, L., Wang, A., Zhang, Q., Li, Z., & Qiu, J. (2021). Effect of moisture distribution changes induced by different cooking temperature on cooking quality and texture properties of noodles made from whole tartary buckwheat. *Foods*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/foods10112543>

ANEXOS

ANEXO 1. FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA HARINA DE OCA VARIEDAD K'ENY.



Figura 16: Recepción y lavado de la oca variedad K'eny.



Figura 17: Rodajado de la oca variedad K'eny.



Figura 18: Secado y molienda de la oca variedad K'eny.

ANEXO 2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE QUINUA DE LAS VARIEDADES INIA 420 NEGRA COLLANA Y SALCEDO INIA.



Figura 19: Recepción de la quinua (variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA).



Figura 20: Limpieza y lavado de la quinua



Figura 21: Secado de la quinua (variedades INIA 420 Negra Collana y Salcedo INIA).



Figura 22: Molido, pesado y embolsado de la harina de quinua.



Figura 23: Proceso de tamizado de la harina de oca y quinua en un tamizador Retsch AS 200 Control.

ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS TALLARINES DE HARINA DE OCA K'ENY Y HARINA DE QUINUA INIA 420 NEGRA COLLANA Y SALCEDO INIA.



Figura 24: Recepción y formulación de los ingredientes.



Figura 25: Pesado de los ingredientes de acuerdo a las formulaciones.



Figura 26: Mezclado de los ingredientes y amasado de la masa.

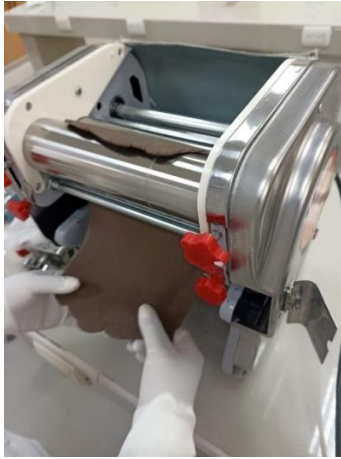


Figura 27: Proceso de laminado.



Figura 28: Proceso de trefilado, oreado y secado.



Figura 29: Proceso de enfriado y envasado.

ANEXO 4. FOTOGRAFÍAS DE LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ÓPTIMO DE COCCIÓN DE TALLARINES.



Figura 30: Control del tiempo y temperatura de cocción.

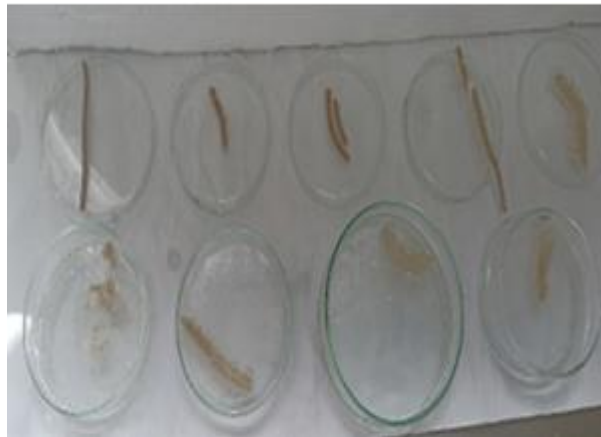


Figura 31: Control de la desaparición del núcleo opaco de los tallarines.

ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS DE LA DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA.



Figura 32: Pesado y cocción de los tallarines según el tiempo óptimo de cocción.



Figura 33: Absorción de agua de las muestras de tallarines.

ANEXO 6. FOTOGRAFÍAS DE LA DETERMINACIÓN DE PÉRDIDA DE SÓLIDOS.



Figura 34: Cocción de las muestras y precipitación del agua de cocción.



Figura 35: Secado y pesado de la sedimentación del agua de cocción.

ANEXO 7. FOTOGRAFÍAS DE LA DETERMINACIÓN DE AUMENTO DE VOLUMEN.



Figura 36: Medición longitudinal y transversal de los tallarines.

ANEXO 8. MEDICIÓN DEL COLOR DE LOS TALLARINES CON ESPECTROFOTÓMETRO KONICA MINOLTA.



Figura 37: Calibración del espectrofotómetro.



Figura 38: Captura de color de las muestras.

ANEXO 9. FOTOGRAFÍAS DE LA DETERMINACIÓN DE TEXTURA EN LOS TALLARINES CON UN DINAMÓMETRO INSTRON.



Figura 39: Calibración del texturómetro para la realización de las pruebas.

ANEXO 10. FOTOGRAFÍAS DE LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (%).



Figura 40: Preparación de las muestras de tallarines.



Figura 41: Los formulaciones en la estufa por 2 horas a 105 °C.



Figura 42: Extracción de las muestras y pesado de los formulaciones.

ANEXO 11. FOTOGRAFÍAS DE LA DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE.



Figura 43: Preparación de las muestras de tallarines.



Figura 44: Filtrado para el proceso de titulación de las muestras.



Figura 45: Extracción y adición de fenolftaleína en las muestras.



Figura 46: Proceso de titulación de cada muestra de tallarín.

ANEXO 12. FOTOGRAFÍAS DE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LOS TALLARINES



Figura 47: Calibración del reómetro Anton Paar MCR 72.

ANEXO 13. FOTOGRAFÍAS DE LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.



Figura 48: Preparación de la muestra y calibración TROLOX.

ANEXO 14. DATOS ESTADÍSTICOS DE ANOVA DE CALIDAD DE COCCIÓN

TIEMPO DE COCCIÓN

Tabla 23: Anova para tiempo de cocción por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2305.81	6	384.302	1345.06	0.0000
Intra grupos	4.0	14	0.285714		
Total (Corr.)	2309.81	20			

Tabla 24: Medias para tiempo de cocción por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est. (s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F1	3	508.333	0.308607	507.588	509.079
F2	3	506.333	0.308607	505.588	507.079
F3	3	504.0	0.308607	503.254	504.746
F4	3	502.333	0.308607	501.588	503.079
F5	3	486.333	0.308607	485.588	487.079
F6	3	479.333	0.308607	478.588	480.079
F7	3	505.667	0.308607	504.921	506.412
Total	21	498.905			

Tabla 25: Pruebas de múltiple rangos para tiempo de cocción por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F6	3	479.333	X
F5	3	486.333	X
F4	3	502.333	X
F3	3	504.0	X
F7	3	505.667	X
F2	3	506.333	X
F1	3	508.333	X

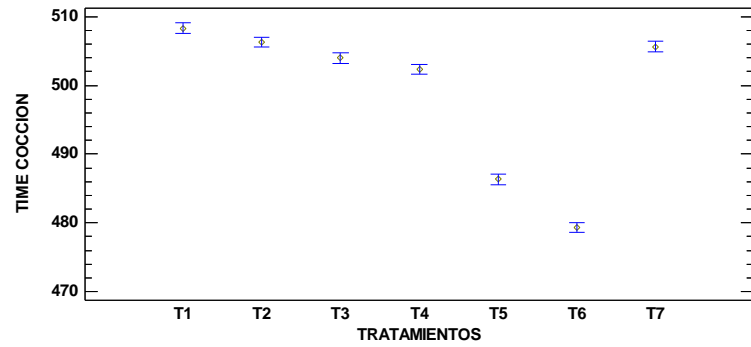


Figura 49: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Tiempo de cocción.

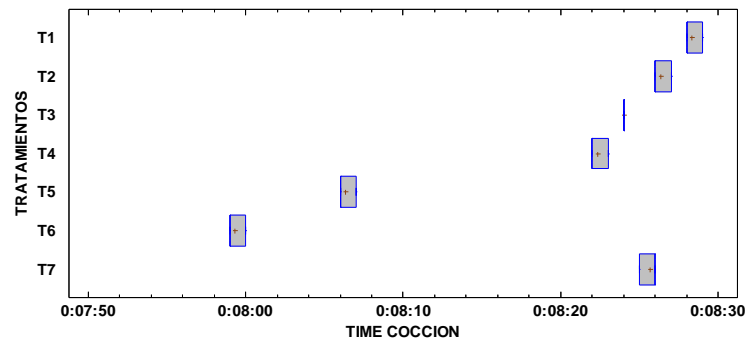


Figura 50: Gráfico caja y bigotes de Tiempo de cocción.

% AGUA ABSORBIDA

Tabla 26: Anova para agua absorbida por formulaciones

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	864.269	6	144.045	248761.61	0.0000
Intra grupos	0.00810667	14	0.000579048		
Total (Corr.)	864.277	20			

Tabla 27: Medias para agua abs. por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F1	3	137.26	0.013893	137.226	137.294
F2	3	148.089	0.013893	148.056	148.123
F3	3	149.047	0.013893	149.014	149.081
F4	3	152.922	0.013893	152.888	152.956
F5	3	137.27	0.013893	137.236	137.304
F6	3	135.302	0.013893	135.268	135.335
F7	3	145.097	0.013893	145.064	145.131
Total	21	143.57			

Tabla 28: Pruebas de múltiple rangos para agua absorbida por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F6	3	135.302	X
F1	3	137.26	X
F5	3	137.27	X
F7	3	145.097	X
F2	3	148.089	X
F3	3	149.047	X
F4	3	152.922	X

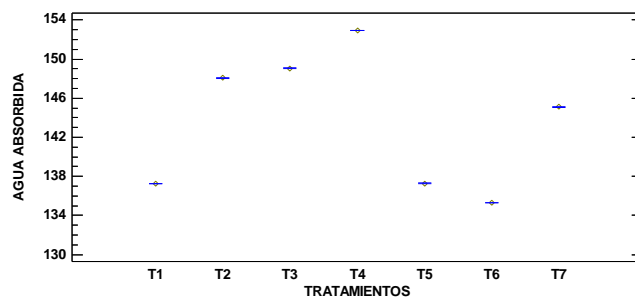


Figura 51: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de % Agua absorbida.

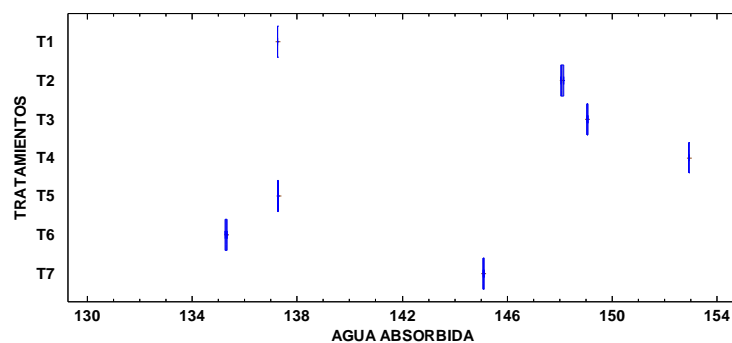


Figura 52: Gráfico caja y bigotes de % Agua absorbida.

AUMENTO DE VOLUMEN

Tabla 29: Anova para aumento volumen por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	16568.3	6	2761.39	12217.86	0.0000
Intra grupos	3.16417	14	0.226012		
Total (Corr.)	16571.5	20			

Tabla 30: Medias para aumento volumen por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est. (s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F1	3	159.041	0.274477	158.378	159.704
F2	3	150.854	0.274477	150.191	151.517
F3	3	176.111	0.274477	175.448	176.774
F4	3	195.316	0.274477	194.653	195.979
F5	3	186.382	0.274477	185.719	187.045
F6	3	162.104	0.274477	161.441	162.767
F7	3	102.954	0.274477	102.291	103.617
Total	21	161.823			

Tabla 31: Pruebas de múltiple rangos para aumento volumen por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F7	3	102.954	X
F2	3	150.854	X
F1	3	159.041	X
F6	3	162.104	X
F3	3	176.111	X
F5	3	186.382	X
F4	3	195.316	X

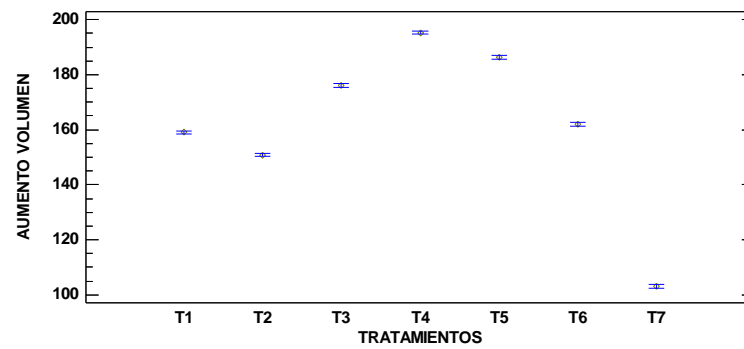


Figura 53: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Aumento de volumen.

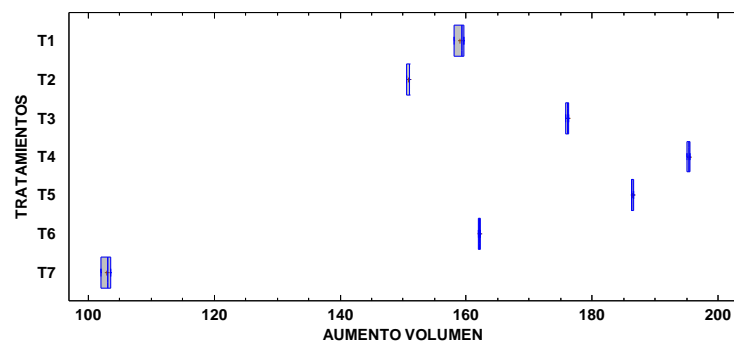


Figura 54: Gráfico caja y bigotes de Aumento de volumen.

% PÉRDIDA DE SÓLIDOS

Tabla 32: Anova para pérdida sólidos por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.644426	6	0.107404	14.55	0.0000
Intra grupos	0.103365	14	0.00738319		
Total (Corr.)	0.74779	20			

Tabla 33: Medias para pérdida sólidos por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est. (s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F1	3	0.528333	0.0496091	0.408486	0.648181
F2	3	0.638333	0.0496091	0.518486	0.758181
F3	3	0.440333	0.0496091	0.320486	0.560181
F4	3	0.436333	0.0496091	0.316486	0.556181
F5	3	0.121667	0.0496091	0.00181936	0.241514
F6	3	0.204333	0.0496091	0.084486	0.324181
F7	3	0.558667	0.0496091	0.438819	0.678514
Total	21	0.418286			

Tabla 34: Pruebas de Múltiple rangos para pérdida sólidos por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F5	3	0.121667	X
F6	3	0.204333	XX
F4	3	0.436333	XX
F3	3	0.440333	XX
F1	3	0.528333	X
F7	3	0.558667	X
F2	3	0.638333	X

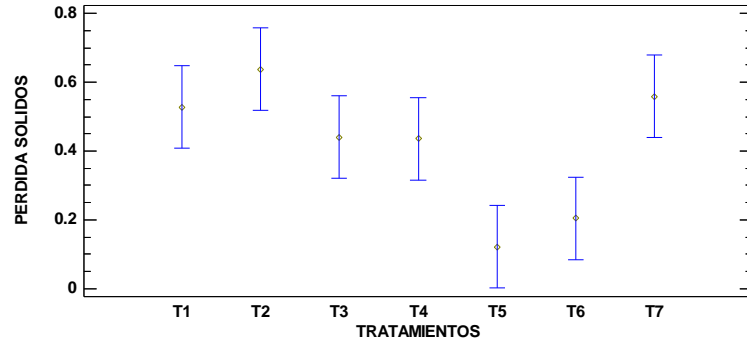


Figura 55: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de % Pérdida de sólidos.

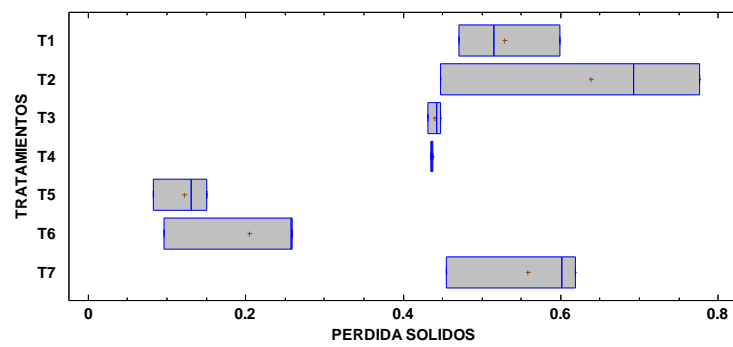


Figura 56: Gráfico caja y bigotes del % Pérdida de sólidos.

ANEXO 15. DATOS ESTADÍSTICOS DE ANOVA DE COLOR

LUMINOSIDAD

Tabla 35: Anova para luminosidad por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	76.904	6	12.8173	140.56	0.0000
Intra grupos	1.27667	14	0.0911908		
Total (Corr.)	78.1807	20			

Tabla 36: Medias para luminosidad por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est. (s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F1	3	42.3703	0.174347	41.9491	42.7915
F2	3	42.51	0.174347	42.0888	42.9312
F3	3	42.6123	0.174347	42.1911	43.0335
F4	3	40.25	0.174347	39.8288	40.6712
F5	3	46.4967	0.174347	46.0755	46.9179
F6	3	45.209	0.174347	44.7878	45.6302
F7	3	44.0267	0.174347	43.6055	44.4479
Total	21	43.3536			

Tabla 37: Pruebas de Múltiple rangos para luminosidad por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F4	3	40.25	X
F1	3	42.3703	X
F2	3	42.51	X
F3	3	42.6123	X
F7	3	44.0267	X
F6	3	45.209	X
F5	3	46.4967	X

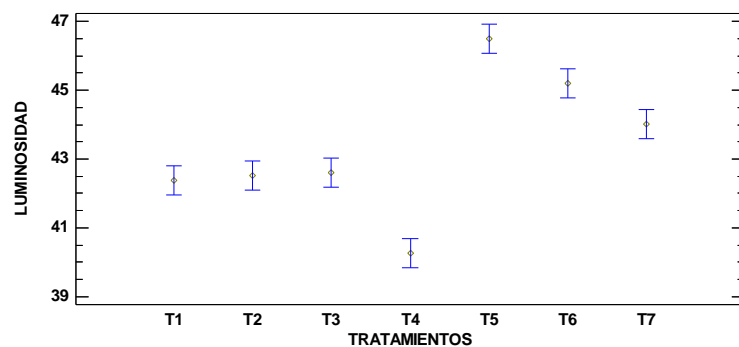


Figura 57: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Color - Luminosidad.

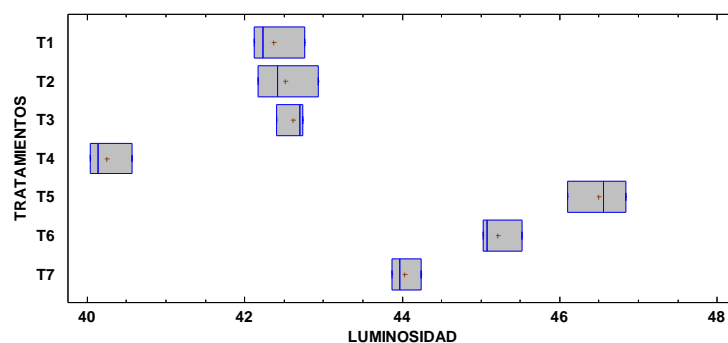


Figura 58: Gráfica caja y bigotes de color - Luminosidad.

COLOR – Valor de a^* .

Tabla 38: Anova para a^* por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.25629	6	0.209382	5.48	0.0042
Intra grupos	0.534685	14	0.0381918		
Total (Corr.)	1.79098	20			

Tabla 39: Medias para a^* por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite</i> <i>Inferior</i>	<i>Límite</i> <i>Superior</i>
F1	3	3.65767	0.11283	3.38509	3.93025
F2	3	4.029	0.11283	3.75642	4.30158
F3	3	4.23233	0.11283	3.95975	4.50491
F4	3	4.04	0.11283	3.76742	4.31258
F5	3	3.62367	0.11283	3.35109	3.89625
F6	3	4.14667	0.11283	3.87409	4.41925
F7	3	3.62333	0.11283	3.35075	3.89591
Total	21	3.90752			

Tabla 40: Pruebas de Múltiple Rangos para a^* por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F7	3	3.62333	X
F5	3	3.62367	X
F1	3	3.65767	X
F2	3	4.029	XX
F4	3	4.04	XX
F6	3	4.14667	XX
F3	3	4.23233	X

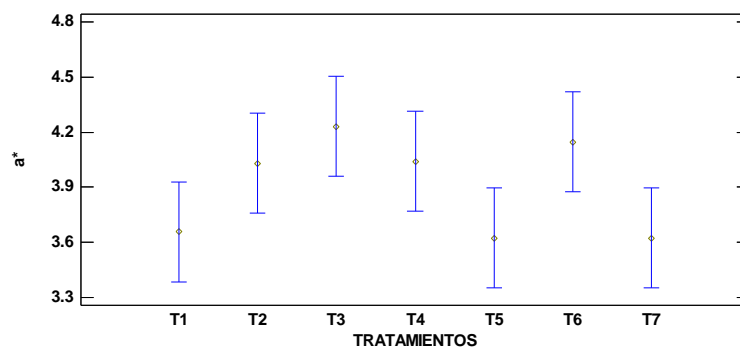


Figura 59: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de valor de a^* .

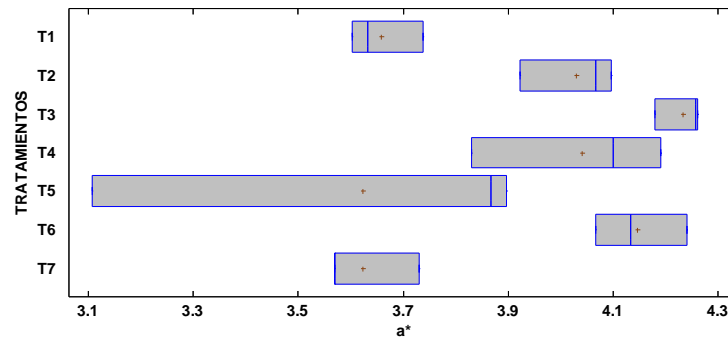


Figura 60: Gráfica caja y bigotes de valor de a*.

COLOR – Valor de b*

Tabla 41: ANOVA para b* por FORMULACIONES.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	15.8574	6	2.6429	19.52	0.0000
Intra grupos	1.89543	14	0.135388		
Total (Corr.)	17.7528	20			

Tabla 42: Medias para b* por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> (s agrupada)	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F1	3	8.75467	0.212437	8.24146	9.26788
F2	3	8.98367	0.212437	8.47046	9.49688
F3	3	9.68333	0.212437	9.17012	10.1965
F4	3	8.939	0.212437	8.42579	9.45221
F5	3	10.9843	0.212437	10.4711	11.4975
F6	3	10.9857	0.212437	10.4725	11.4989
F7	3	9.72	0.212437	9.20679	10.2332
Total	21	9.72152			

Tabla 43: Pruebas de Múltiple Rangos para b^* por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F1	3	8.75467	X
F4	3	8.939	X
F2	3	8.98367	X
F3	3	9.68333	X
F7	3	9.72	X
F5	3	10.9843	X
F6	3	10.9857	X

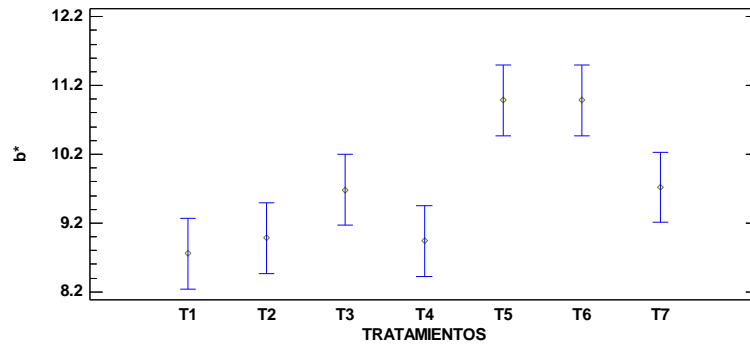


Figura 61: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Valor de b^* .

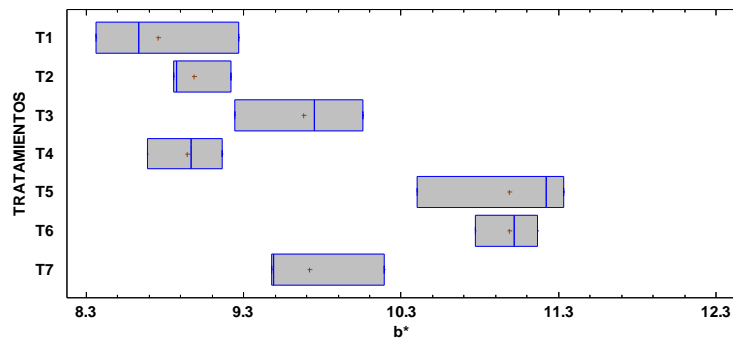


Figura 62: Gráfico caja y bigotes de Valor de b^* .

COLOR – Chroma

Tabla 44: Anova para Chroma por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	13.8932	6	2.31554	15.17	0.0000
Intra grupos	2.13679	14	0.152628		
Total (Corr.)	16.03	20			

Tabla 45: Medias para Chroma por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est. (s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F1	3	9.489	0.225557	8.94409	10.0339
F2	3	9.84567	0.225557	9.30076	10.3906
F3	3	10.5687	0.225557	10.0238	11.1136
F4	3	9.81	0.225557	9.26509	10.3549
F5	3	11.5687	0.225557	11.0238	12.1136
F6	3	11.7423	0.225557	11.1974	12.2872
F7	3	10.3733	0.225557	9.82842	10.9182
Total	21	10.4854			

Tabla 46: Pruebas de Múltiple Rangos para Chroma por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F1	3	9.489	X
F4	3	9.81	X
F2	3	9.84567	X
F7	3	10.3733	X
F3	3	10.5687	XX
F5	3	11.5687	XX
F6	3	11.7423	X

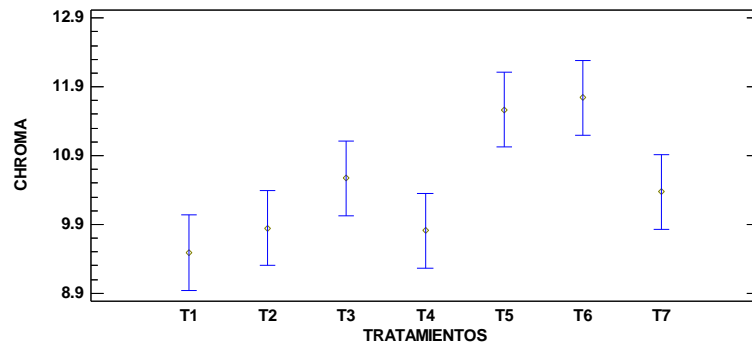


Figura 63: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Chroma.

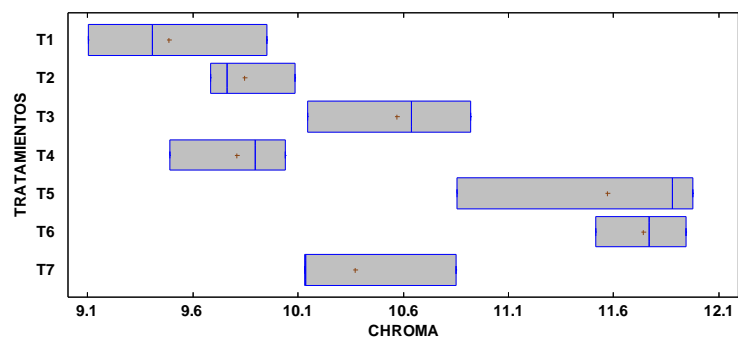


Figura 64: Gráfico caja y bigotes de Chroma.

ANEXO 16. DATOS ESTADÍSTICOS DE ANOVA DE TEXTURA

DUREZA

Tabla 47: Anova para dureza por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	361.934	6	60.3223	469.54	0.0000
Intra grupos	1.79858	14	0.12847		
Total (Corr.)	363.732	20			

Tabla 48: Medias para dureza por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est. (s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F1	3	54.395	0.206938	53.8951	54.8949
F2	3	50.0183	0.206938	49.5184	50.5183
F3	3	51.1767	0.206938	50.6767	51.6766
F4	3	49.586	0.206938	49.0861	50.0859
F5	3	51.1597	0.206938	50.6597	51.6596
F6	3	46.458	0.206938	45.9581	46.9579
F7	3	40.3803	0.206938	39.8804	40.8803
Total	21	49.0249			

Tabla 49: Pruebas de Múltiple Rangos para dureza por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F7	3	40.3803	X
F6	3	46.458	X
F4	3	49.586	X
F2	3	50.0183	X
F5	3	51.1597	X
F3	3	51.1767	X
F1	3	54.395	X

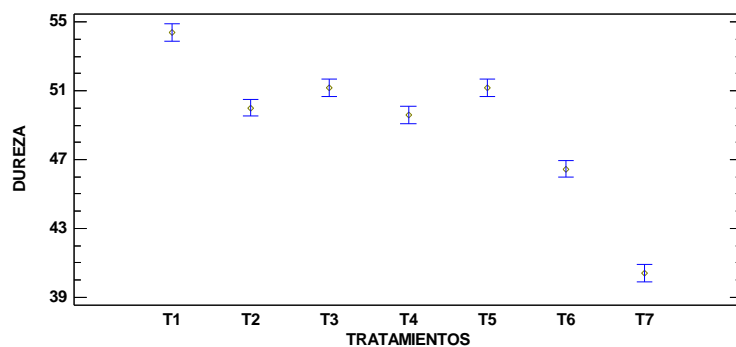


Figura 65: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Dureza.

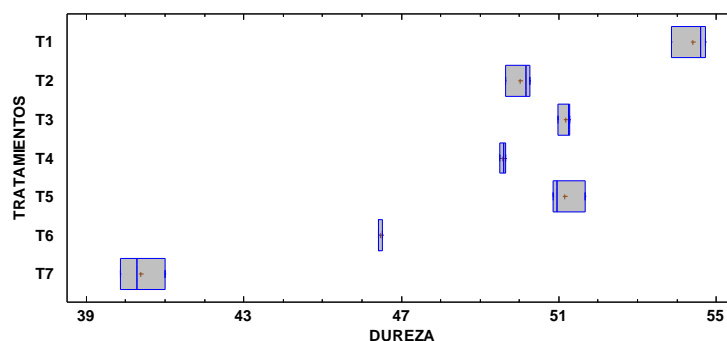


Figura 66: Gráfica caja y bigotes de Dureza.

COHESIVIDAD

Tabla 50: Anova para cohesividad por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0481383	6	0.00802305	49.48	0.0000
Intra grupos	0.00227	14	0.000162143		
Total (Corr.)	0.0504083	20			

Tabla 51: Medias para cohesividad por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F1	3	0.412667	0.00735171	0.394906	0.430427
F2	3	0.419	0.00735171	0.40124	0.43676
F3	3	0.500667	0.00735171	0.482906	0.518427
F4	3	0.486	0.00735171	0.46824	0.50376
F5	3	0.541	0.00735171	0.52324	0.55876
F6	3	0.538667	0.00735171	0.520906	0.556427
F7	3	0.467	0.00735171	0.44924	0.48476
Total	21	0.480714			

Tabla 52: Pruebas de Múltiple Rangos para cohesividad por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F1	3	0.412667	X
F2	3	0.419	X
F7	3	0.467	X
F4	3	0.486	X
F3	3	0.500667	X
F6	3	0.538667	X
F5	3	0.541	X

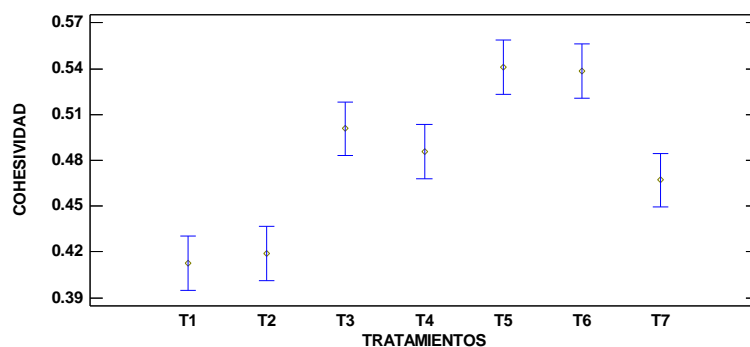


Figura 67: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Cohesividad.

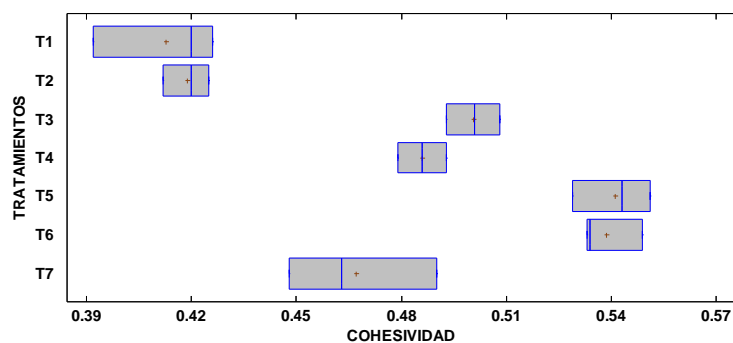


Figura 68: Gráfico caja y bigotes de Cohesividad.

ELASTICIDAD

Tabla 53: Anova para elasticidad por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0134411	6	0.00224019	13.10	0.0000
Intra grupos	0.00239467	14	0.000171048		
Total (Corr.)	0.0158358	20			

Tabla 54: Medias para elasticidad por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>		
			<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F1	3	0.818	0.00755089	0.799758	0.836242
F2	3	0.815667	0.00755089	0.797425	0.833908
F3	3	0.85	0.00755089	0.831758	0.868242
F4	3	0.858667	0.00755089	0.840425	0.876908
F5	3	0.881667	0.00755089	0.863425	0.899908
F6	3	0.871	0.00755089	0.852758	0.889242
F7	3	0.819333	0.00755089	0.801092	0.837575
Total	21	0.844905			

Tabla 55: Pruebas de Múltiple Rangos para elasticidad por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F2	3	0.815667	X
F1	3	0.818	X
F7	3	0.819333	X
F3	3	0.85	XX
F4	3	0.858667	X
F6	3	0.871	X
F5	3	0.881667	X

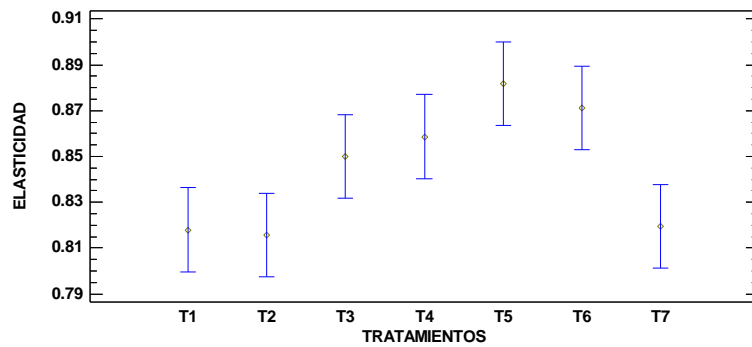


Figura 69: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Elasticidad.

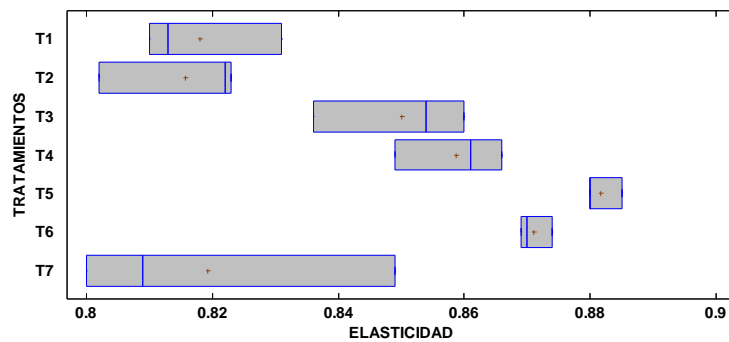


Figura 70: Gráfico caja y bigotes de Elasticidad.

MASTICABILIDAD

Tabla 56: Anova para masticabilidad por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	185.735	6	30.9558	69.60	0.0000
Intra grupos	6.22662	14	0.444759		
Total (Corr.)	191.961	20			

Tabla 57: Medias para masticabilidad por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> (<i>s</i> <i>agrupada</i>)	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F1	3	18.4033	0.385036	17.4732	19.3335
F2	3	17.0363	0.385036	16.1062	17.9665
F3	3	21.8937	0.385036	20.9635	22.8238
F4	3	20.685	0.385036	19.7548	21.6152
F5	3	24.615	0.385036	23.6848	25.5452
F6	3	21.9203	0.385036	20.9902	22.8505
F7	3	15.359	0.385036	14.4288	16.2892
Total	21	19.9875			

Tabla 58: Pruebas de múltiple rangos para masticabilidad por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F7	3	15.359	X
F2	3	17.0363	XX
F1	3	18.4033	X
F4	3	20.685	X
F3	3	21.8937	X
F6	3	21.9203	X
F5	3	24.615	X

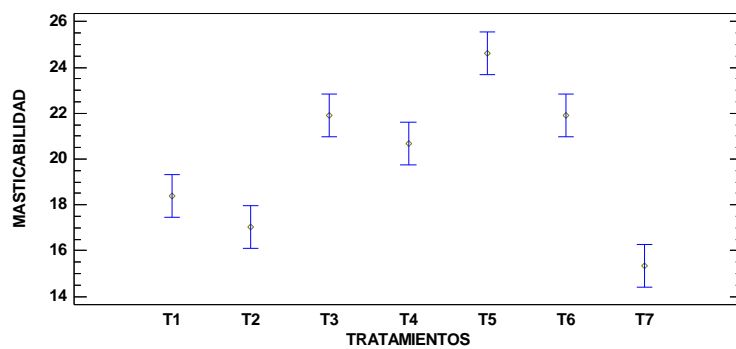


Figura 71: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Masticabilidad.

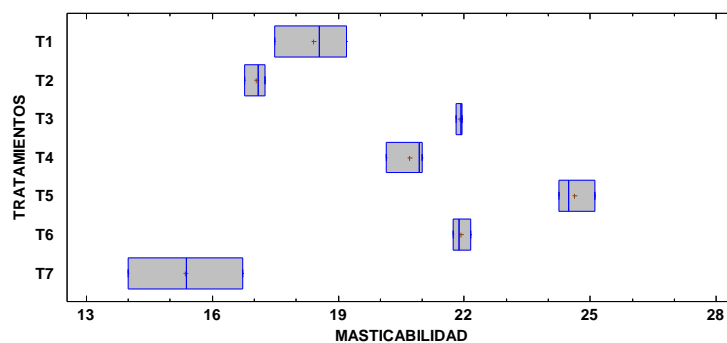


Figura 72: Gráfico caja y bigotes de Masticabilidad.

GOMOSIDAD

Tabla 59: Anova para gomosidad por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	175.48	6	29.2467	73.32	0.0000
Intra grupos	5.58444	14	0.398889		
Total (Corr.)	181.065	20			

Tabla 60: Medias para gomosidad por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F1	3	22.4547	0.364641	21.5738	23.3356
F2	3	20.9333	0.364641	20.0524	21.8142
F3	3	25.666	0.364641	24.7851	26.5469
F4	3	24.0713	0.364641	23.1904	24.9522
F5	3	27.8413	0.364641	26.9604	28.7222
F6	3	25.1807	0.364641	24.2998	26.0616
F7	3	18.5877	0.364641	17.7068	19.4686
Total	21	23.5336			

Tabla 61: Pruebas de Múltiple Rangos para gomosidad por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F7	3	18.5877	X
F2	3	20.9333	X
F1	3	22.4547	XX
F4	3	24.0713	XX
F6	3	25.1807	X
F3	3	25.666	X
F5	3	27.8413	X

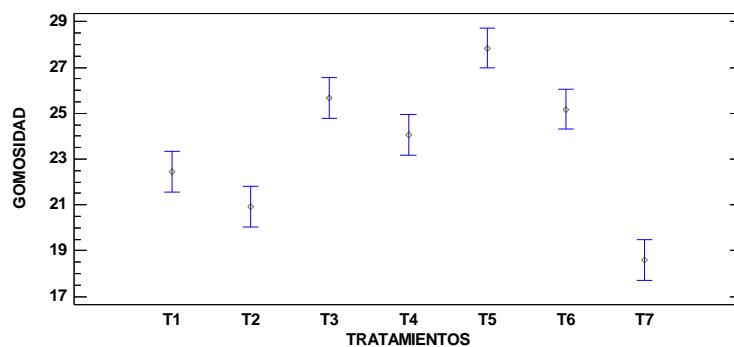


Figura 73: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Gomosidad.

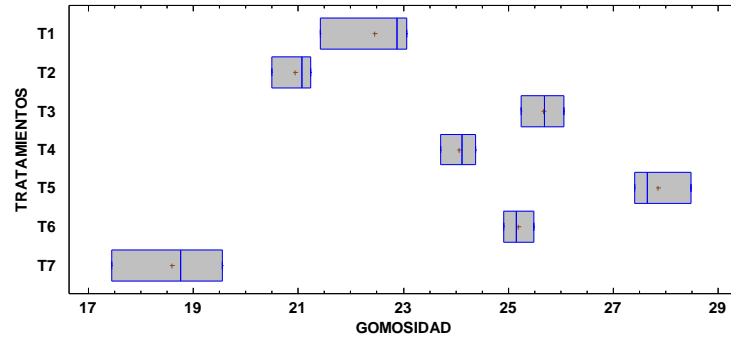


Figura 74: Gráfico caja y bigotes de Gomosis.

ANEXO 17. DATOS ESTADÍSTICOS DE ANOVA DE HUMEDAD Y ACIDEZ

Tabla 62: Anova para humedad por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2.67251	6	0.445418	1.47	0.2586
Intra grupos	4.24679	14	0.303342		
Total (Corr.)	6.9193	20			

Tabla 63: Anova para acidez por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0218392	6	0.00363987	11.65	0.0001
Intra grupos	0.00437333	14	0.000312381		
Total (Corr.)	0.0262126	20			

Tabla 64: Medias para acidez por formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>		
			<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F1	3	0.06	0.0102043	0.0353482	0.0846518
F2	3	0.0523333	0.0102043	0.0276815	0.0769851
F3	3	0.075	0.0102043	0.0503482	0.0996518
F4	3	0.089	0.0102043	0.0643482	0.113652
F5	3	0.12	0.0102043	0.0953482	0.144652
F6	3	0.135	0.0102043	0.110348	0.159652
F7	3	0.134667	0.0102043	0.110015	0.159318
Total	21	0.0951429			

Tabla 65: Pruebas de Múltiple Rangos para acidez por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F2	3	0.0523333	X
F1	3	0.06	X
F3	3	0.075	XX
F4	3	0.089	XXX
F5	3	0.12	XX
F7	3	0.134667	X
F6	3	0.135	X

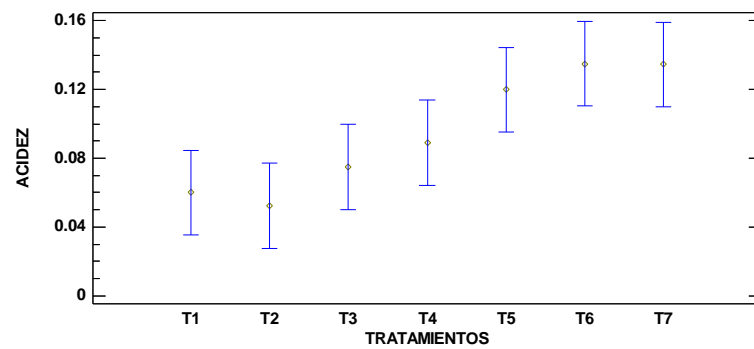


Figura 75: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de Acidez.

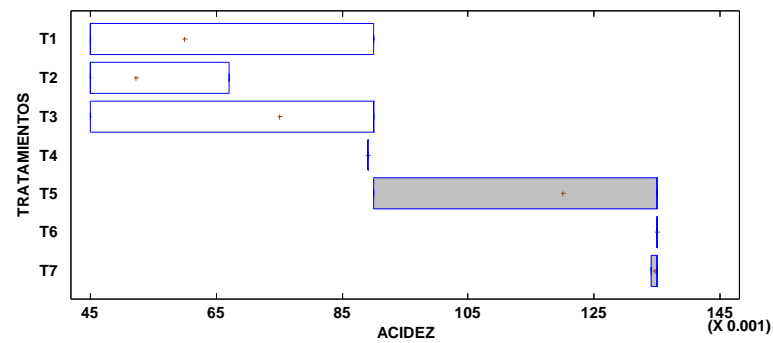


Figura 76: Gráfico caja y bigotes de Acidez.

ANEXO 18. DETERMINACIÓN DE RESPUESTAS DEL OBJETIVO 1

Tabla 66: Optimización de respuestas de las variables respuesta.

Propiedades	Meta	Inferior	Objetivo	Superior
Tiempo óptimo de cocción (min)	Mínimo	-	0.006	0.0059
Agua absorbida (%)	Máximo	135.271	152.936	-
Aumento de volumen (%)	Máximo	102.027	195.513	-
Pérdida de sólidos (%)	Mínimo	-	0.083	0.7757
Luminosidad a*	Mínimo	-	40.037	46.38400
b*	Mínimo	-	3.107	4.2600
Chroma	Máximo	-	8.360	11.3333
Dureza (N)	Máximo	9.103	11.975	-
Cohesividad	Mínimo	-	39.860	54.7340
Elasticidad	Máximo	0.392	0.551	-
Masticabilidad (N)	Máximo	0.800	0.885	-
Gomosidad (N)	Máximo	13.987	25.101	-
Humedad (%)	Máximo	17.441	28.486	-
Acidez titulable (%)	Objetivo	10.168	12.00	12.500
	Mínimo	-	0.045	0.1350

Tabla 67: Soluciones de todos los formulaciones

Formulaciones	T (min)	Agua absorbida (%)	Aumento de volumen (%)	Pérdida de sólidos (%)	Luminosidad (D65)	a* (D65)	b* (D65)	CH RO MA	Dureza (N)	Cohesividad	Elasticidad	Masticabilidad (N)	Gomosidad (N)	Humedad (%)	Acidez titulable (%)	Deseabilidad compuesta
Ajustes																
F4	0.0058	152.922	195.316	0.436	40.250	4.40	8.93	9.8099	49.586	0.486	0.859	20.685	24.0713	11.821	0.089	0.539
F5	0.0056	137.270	186.382	0.122	46.497	3.62	10.984	11.5688	51.1597	0.541	0.882	24.615	27.8413	11.5021	0.120	0.442
F3	0.0058	149.047	176.111	0.440	42.612	4.23	9.683	10.5683	51.1767	0.501	0.856	21.8937	25.666	11.342	0.075	0.441
F2	0.0059	148.089	150.855	0.638	42.510	4.22	8.983	9.8456	50.0183	0.419	0.816	17.0363	20.9333	11.922	0.052	0.348
F1	0.0059	137.260	159.041	0.528	42.370	3.65	8.754	9.4891	54.395	0.413	0.818	18.4033	22.4547	12.006	0.060	0.263
F6	0.0055	135.302	162.104	0.204	45.209	4.14	10.986	11.7421	46.458	0.539	0.871	21.9203	25.1807	10.928	0.135	0.216
F7	0.0058	145.097	102.954	0.558	44.027	3.62	9.720	10.3735	40.3803	0.467	0.819	15.359	18.5877	11.821	0.134	0.213

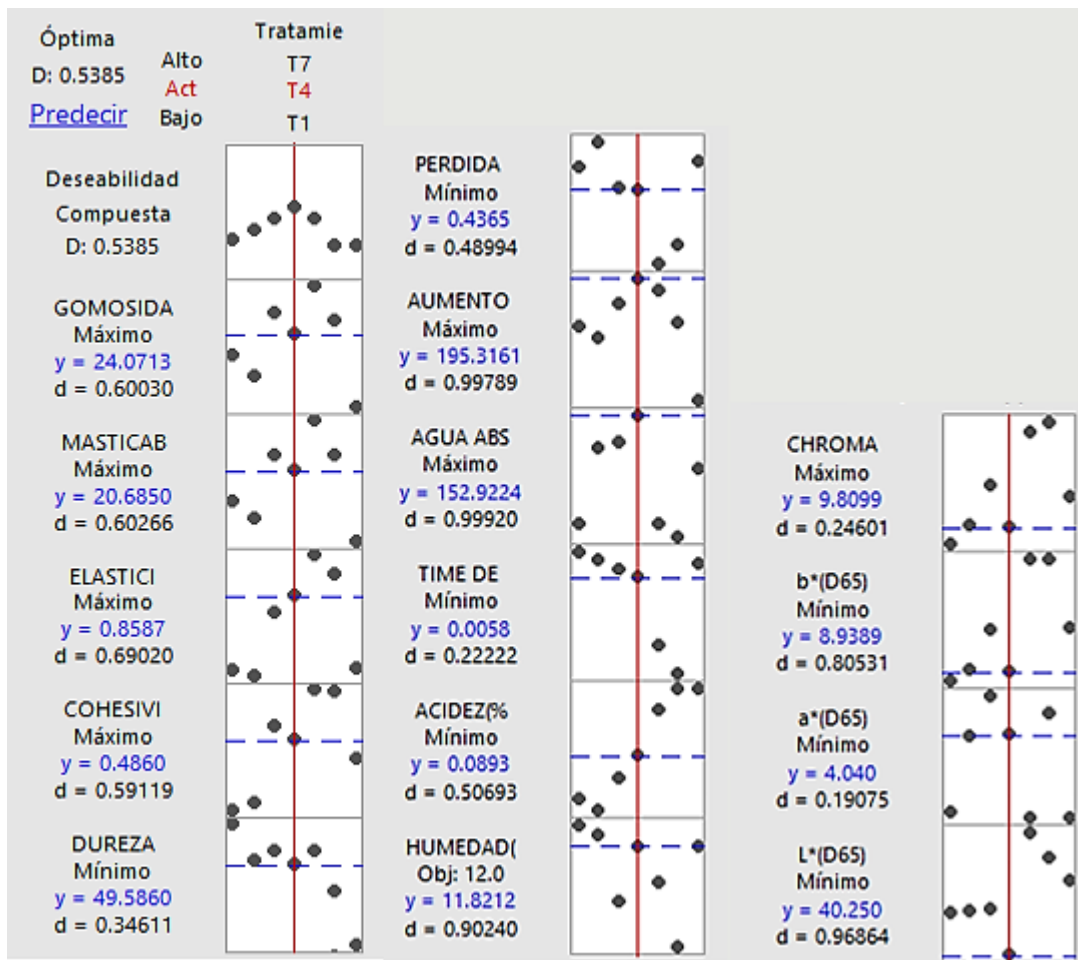


Figura 77: Grafica de optimización para el mejor tratamiento.

**ANEXO 19. DATOS ESTADÍSTICOS DE ANOVA DE LA EVALUACIÓN
SENSORIAL**

APARIENCIA GENERAL

Tabla 68: Análisis de Varianza para apariencia general - Suma de Cuadrados Tipo III.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Formulaciones	0.826667	2	0.413333	0.99	0.3727
B: BLOQUE (consumidores)	100.463	99	1.01478	2.44	0.0000
RESIDUOS	82.5067	198	0.4167		
TOTAL (CORREGIDO)	183.797	299			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

Tabla 69: Pruebas de Múltiple Rangos para apariencia general por consumidores.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>BLOQUE</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
79	3	2.0	0.372693	X
9	3	2.0	0.372693	X
90	3	2.33333	0.372693	XX
7	3	2.33333	0.372693	XX
82	3	2.33333	0.372693	XX
45	3	2.33333	0.372693	XX
68	3	2.66667	0.372693	XXX
64	3	2.66667	0.372693	XXX
62	3	2.66667	0.372693	XXX
61	3	2.66667	0.372693	XXX
3	3	2.66667	0.372693	XXX
87	3	2.66667	0.372693	XXX
98	3	2.66667	0.372693	XXX
83	3	2.66667	0.372693	XXX
86	3	2.66667	0.372693	XXX
19	3	2.66667	0.372693	XXX
58	3	2.66667	0.372693	XXX
74	3	3.0	0.372693	XXX
81	3	3.0	0.372693	XXX
65	3	3.0	0.372693	XXX
89	3	3.0	0.372693	XXX
66	3	3.0	0.372693	XXX
24	3	3.0	0.372693	XXX
26	3	3.0	0.372693	XXX
4	3	3.0	0.372693	XXX
5	3	3.0	0.372693	XXX
73	3	3.0	0.372693	XXX
85	3	3.0	0.372693	XXX
96	3	3.0	0.372693	XXX
18	3	3.0	0.372693	XXX
20	3	3.0	0.372693	XXX
32	3	3.0	0.372693	XXX
35	3	3.33333	0.372693	XXX
92	3	3.33333	0.372693	XXX
80	3	3.33333	0.372693	XXX
60	3	3.33333	0.372693	XXX

<<continuación>>

94	3	3.33333	0.372693	XXX
67	3	3.33333	0.372693	XXX
30	3	3.33333	0.372693	XXX
29	3	3.33333	0.372693	XXX
78	3	3.33333	0.372693	XXX
95	3	3.33333	0.372693	XXX
99	3	3.33333	0.372693	XXX
6	3	3.33333	0.372693	XXX
49	3	3.33333	0.372693	XXX
48	3	3.33333	0.372693	XXX
38	3	3.33333	0.372693	XXX
42	3	3.33333	0.372693	XXX
56	3	3.66667	0.372693	XXX
54	3	3.66667	0.372693	XXX
84	3	3.66667	0.372693	XXX
75	3	3.66667	0.372693	XXX
31	3	3.66667	0.372693	XXX
28	3	3.66667	0.372693	XXX
27	3	3.66667	0.372693	XXX
72	3	3.66667	0.372693	XXX
2	3	3.66667	0.372693	XXX
97	3	3.66667	0.372693	XXX
10	3	3.66667	0.372693	XXX
15	3	3.66667	0.372693	XXX
12	3	3.66667	0.372693	XXX
21	3	3.66667	0.372693	XXX
36	3	3.66667	0.372693	XXX
17	3	3.66667	0.372693	XXX
63	3	3.66667	0.372693	XXX
57	3	3.66667	0.372693	XXX
55	3	3.66667	0.372693	XXX
47	3	3.66667	0.372693	XXX
22	3	3.66667	0.372693	XXX
46	3	3.66667	0.372693	XXX
41	3	3.66667	0.372693	XXX
70	3	3.66667	0.372693	XXX
34	3	3.66667	0.372693	XXX
59	3	4.0	0.372693	XXX
93	3	4.0	0.372693	XXX
77	3	4.0	0.372693	XXX
76	3	4.0	0.372693	XXX
52	3	4.0	0.372693	XXX
50	3	4.0	0.372693	XXX
13	3	4.0	0.372693	XXX
25	3	4.0	0.372693	XXX
71	3	4.0	0.372693	XXX
69	3	4.0	0.372693	XXX
8	3	4.0	0.372693	XXX
14	3	4.0	0.372693	XXX
53	3	4.0	0.372693	XXX
51	3	4.0	0.372693	XXX
23	3	4.0	0.372693	XXX
11	3	4.0	0.372693	XXX
44	3	4.0	0.372693	XXX
40	3	4.0	0.372693	XXX
39	3	4.0	0.372693	XXX
33	3	4.0	0.372693	XXX
16	3	4.0	0.372693	XXX
91	3	4.33333	0.372693	XX
88	3	4.33333	0.372693	XX

<<continuación>>

43	3	4.33333	0.372693	XX
1	3	4.66667	0.372693	X
100	3	4.66667	0.372693	X
37	3	4.66667	0.372693	X

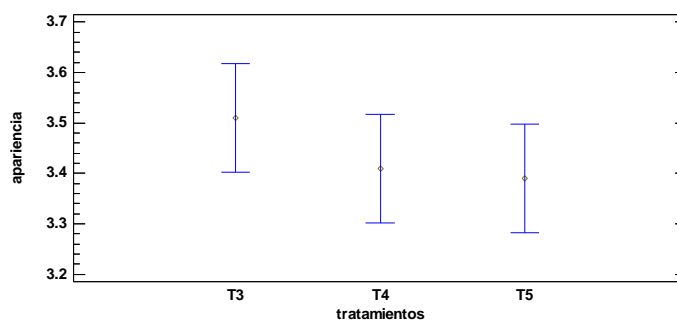


Figura 78: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de apariencia general.

Tabla 70: Prueba de Friedman; apariencia general vs. formulaciones bloqueado por consumidores.

S = 1.71 GL = 2 P = 0.424

S = 3.00 GL = 2 P = 0.224 (ajustados para los vínculos)

Formulaciones	N	Mediana Est.	Suma de clasificaciones
F3	100	4.0000	210.5
F4	100	4.0000	196.5
F5	100	4.0000	193.0

Mediana principal = 4.0000

OLOR

Tabla 71: Análisis de Varianza para olor - Suma de Cuadrados Tipo III.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Formulaciones	0.186667	2	0.0933333	0.20	0.8202
B: BLOQUE (Consumidores)	127.583	99	1.28872	2.74	0.0000
RESIDUOS	93.1467	198	0.470438		
TOTAL (CORREGIDO)	220.917	299			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

Tabla 72: Pruebas de Múltiple Rangos para olor por BLOQUE.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>BLOQUE</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
90	3	2.0	0.395996	X
91	3	2.0	0.395996	X
67	3	2.0	0.395996	X
80	3	2.0	0.395996	X
35	3	2.0	0.395996	X
86	3	2.0	0.395996	X
23	3	2.0	0.395996	X
89	3	2.33333	0.395996	XX
79	3	2.33333	0.395996	XX
61	3	2.33333	0.395996	XX
82	3	2.33333	0.395996	XX
83	3	2.33333	0.395996	XX
87	3	2.33333	0.395996	XX
20	3	2.33333	0.395996	XX
85	3	2.33333	0.395996	XX
40	3	2.33333	0.395996	XX
24	3	2.33333	0.395996	XX
7	3	2.33333	0.395996	XX
5	3	2.33333	0.395996	XX
6	3	2.33333	0.395996	XX
2	3	2.33333	0.395996	XX
76	3	2.66667	0.395996	XX
64	3	2.66667	0.395996	XX
25	3	2.66667	0.395996	XX
33	3	2.66667	0.395996	XX
49	3	2.66667	0.395996	XX
34	3	2.66667	0.395996	XX
58	3	2.66667	0.395996	XX
56	3	2.66667	0.395996	XX
31	3	2.66667	0.395996	XX
18	3	2.66667	0.395996	XX
45	3	2.66667	0.395996	XX
63	3	2.66667	0.395996	XX
22	3	2.66667	0.395996	XX
28	3	2.66667	0.395996	XX
43	3	2.66667	0.395996	XX
38	3	2.66667	0.395996	XX
29	3	2.66667	0.395996	XX
66	3	3.0	0.395996	XX
92	3	3.0	0.395996	XX
3	3	3.0	0.395996	XX
81	3	3.0	0.395996	XX
68	3	3.0	0.395996	XX
98	3	3.0	0.395996	XX
73	3	3.0	0.395996	XX
48	3	3.0	0.395996	XX
21	3	3.0	0.395996	XX
36	3	3.0	0.395996	XX
17	3	3.0	0.395996	XX
16	3	3.0	0.395996	XX
51	3	3.0	0.395996	XX
12	3	3.0	0.395996	XX
99	3	3.0	0.395996	XX
47	3	3.0	0.395996	XX
46	3	3.0	0.395996	XX
9	3	3.0	0.395996	XX

<<continuación>>

70	3	3.0	0.395996	XX
69	3	3.0	0.395996	XX
60	3	3.33333	0.395996	XX
54	3	3.33333	0.395996	XX
84	3	3.33333	0.395996	XX
78	3	3.33333	0.395996	XX
77	3	3.33333	0.395996	XX
75	3	3.33333	0.395996	XX
65	3	3.33333	0.395996	XX
74	3	3.33333	0.395996	XX
30	3	3.33333	0.395996	XX
57	3	3.33333	0.395996	XX
27	3	3.33333	0.395996	XX
26	3	3.33333	0.395996	XX
50	3	3.33333	0.395996	XX
97	3	3.33333	0.395996	XX
95	3	3.33333	0.395996	XX
14	3	3.33333	0.395996	XX
19	3	3.66667	0.395996	XX
52	3	3.66667	0.395996	XX
96	3	3.66667	0.395996	XX
4	3	3.66667	0.395996	XX
8	3	3.66667	0.395996	XX
32	3	3.66667	0.395996	XX
55	3	3.66667	0.395996	XX
100	3	3.66667	0.395996	XX
42	3	3.66667	0.395996	XX
41	3	3.66667	0.395996	XX
62	3	4.0	0.395996	XX
59	3	4.0	0.395996	XX
94	3	4.0	0.395996	XX
93	3	4.0	0.395996	XX
37	3	4.0	0.395996	XX
71	3	4.0	0.395996	XX
13	3	4.0	0.395996	XX
11	3	4.0	0.395996	XX
10	3	4.0	0.395996	XX
39	3	4.0	0.395996	XX
15	3	4.0	0.395996	XX
72	3	4.33333	0.395996	XX
53	3	4.33333	0.395996	XX
44	3	4.33333	0.395996	XX
1	3	4.66667	0.395996	X
88	3	4.66667	0.395996	X

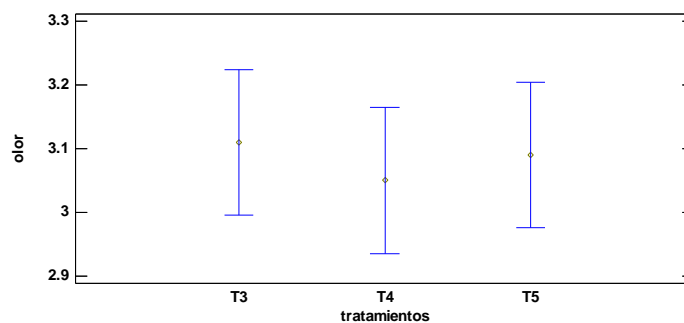


Figura 79: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de olor.

Tabla 73: Prueba de Friedman: olor vs. formulaciones bloqueado por consumidores.

S = 0.30 GL = 2 P = 0.859

S = 0.50 GL = 2 P = 0.778 (ajustados para los vínculos)

Formulaciones	N	Mediana Est.	Suma de clasificaciones
F3	100	3.0000	202.0
F4	100	3.0000	195.5
F5	100	3.0000	202.5

Mediana principal = 3.0000

COLOR

Tabla 74: Análisis de Varianza para color - Suma de Cuadrados Tipo III.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Formulaciones	0.666667	2	0.333333	0.92	0.4015
B: BLOQUE (Consumidores)	116.73	99	1.17909	3.24	0.0000
RESIDUOS	72.0	198	0.363636		
TOTAL (CORREGIDO)	189.397	299			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

Tabla 75: Pruebas de Múltiple Rangos para color por BLOQUE.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

BLOQUE	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
40	3	1.66667	0.348155	X
66	3	2.0	0.348155	XX
48	3	2.0	0.348155	XX
82	3	2.0	0.348155	XX
83	3	2.0	0.348155	XX
87	3	2.33333	0.348155	XXX
45	3	2.33333	0.348155	XXX
90	3	2.33333	0.348155	XXX
5	3	2.33333	0.348155	XXX
18	3	2.33333	0.348155	XXX
19	3	2.66667	0.348155	XXX
20	3	2.66667	0.348155	XXX
22	3	2.66667	0.348155	XXX
38	3	2.66667	0.348155	XXX
73	3	2.66667	0.348155	XXX
50	3	2.66667	0.348155	XXX
81	3	2.66667	0.348155	XXX
42	3	2.66667	0.348155	XXX
91	3	3.0	0.348155	XXXX
89	3	3.0	0.348155	XXXX
92	3	3.0	0.348155	XXXX
85	3	3.0	0.348155	XXXX
74	3	3.0	0.348155	XXXX
35	3	3.0	0.348155	XXXX

<<continuación>>

24	3	3.0	0.348155	XXXX
96	3	3.0	0.348155	XXXX
98	3	3.0	0.348155	XXXX
67	3	3.0	0.348155	XXXX
7	3	3.0	0.348155	XXXX
84	3	3.0	0.348155	XXXX
99	3	3.0	0.348155	XXXX
58	3	3.0	0.348155	XXXX
46	3	3.0	0.348155	XXXX
23	3	3.0	0.348155	XXXX
4	3	3.0	0.348155	XXXX
9	3	3.0	0.348155	XXXX
17	3	3.0	0.348155	XXXX
86	3	3.33333	0.348155	XXXX
80	3	3.33333	0.348155	XXXX
79	3	3.33333	0.348155	XXXX
65	3	3.33333	0.348155	XXXX
64	3	3.33333	0.348155	XXXX
31	3	3.33333	0.348155	XXXX
3	3	3.33333	0.348155	XXXX
28	3	3.33333	0.348155	XXXX
2	3	3.33333	0.348155	XXXX
14	3	3.33333	0.348155	XXXX
55	3	3.33333	0.348155	XXXX
97	3	3.33333	0.348155	XXXX
6	3	3.33333	0.348155	XXXX
70	3	3.33333	0.348155	XXXX
61	3	3.66667	0.348155	XXXX
60	3	3.66667	0.348155	XXXX
56	3	3.66667	0.348155	XXXX
52	3	3.66667	0.348155	XXXX
75	3	3.66667	0.348155	XXXX
100	3	3.66667	0.348155	XXXX
76	3	3.66667	0.348155	XXXX
72	3	3.66667	0.348155	XXXX
63	3	3.66667	0.348155	XXXX
26	3	3.66667	0.348155	XXXX
51	3	3.66667	0.348155	XXXX
30	3	3.66667	0.348155	XXXX
29	3	3.66667	0.348155	XXXX
27	3	3.66667	0.348155	XXXX
53	3	3.66667	0.348155	XXXX
25	3	3.66667	0.348155	XXXX
47	3	3.66667	0.348155	XXXX
44	3	3.66667	0.348155	XXXX
10	3	3.66667	0.348155	XXXX
41	3	3.66667	0.348155	XXXX
71	3	3.66667	0.348155	XXXX
34	3	3.66667	0.348155	XXXX
15	3	3.66667	0.348155	XXXX
13	3	3.66667	0.348155	XXXX
12	3	3.66667	0.348155	XXXX
21	3	3.66667	0.348155	XXXX
32	3	3.66667	0.348155	XXXX
62	3	4.0	0.348155	XXX
8	3	4.0	0.348155	XXX
54	3	4.0	0.348155	XXX
94	3	4.0	0.348155	XXX
88	3	4.0	0.348155	XXX
77	3	4.0	0.348155	XXX

<<continuación>>

59	3	4.0	0.348155	XXX
49	3	4.0	0.348155	XXX
95	3	4.0	0.348155	XXX
11	3	4.0	0.348155	XXX
69	3	4.0	0.348155	XXX
68	3	4.0	0.348155	XXX
37	3	4.0	0.348155	XXX
16	3	4.0	0.348155	XXX
36	3	4.0	0.348155	XXX
78	3	4.33333	0.348155	XX
57	3	4.33333	0.348155	XX
93	3	4.33333	0.348155	XX
43	3	4.33333	0.348155	XX
39	3	4.33333	0.348155	XX
33	3	4.33333	0.348155	XX
1	3	5.0	0.348155	X

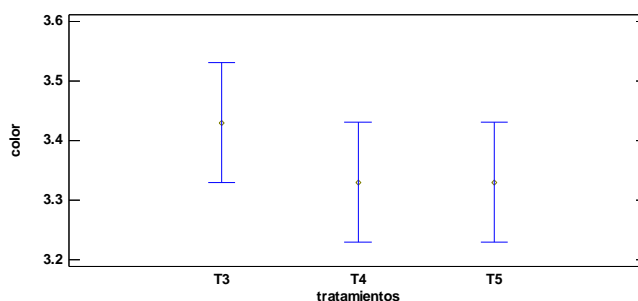


Figura 80. Medias y 95.0 % de Tukey HSD de color.

Tabla 76: Prueba de Friedman: color vs. formulaciones bloqueado por consumidores.

S = 0.54 GL = 2 P = 0.761 / S = 1.08 GL = 2 P = 0.583 (ajustados para los vínculos)

Formulaciones	N	Mediana Est.	Suma de clasificaciones
F3	100	3.0000	206.0
F4	100	3.0000	196.5
F5	100	3.0000	197.5

Mediana principal = 3.0000

SABOR

Tabla 77: Análisis de Varianza para sabor - Suma de Cuadrados Tipo III.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Formulaciones	0.56	2	0.28	0.58	0.5604
B: BLOQUE (Consumidores)	100.52	99	1.01535	2.11	0.0000
RESIDUOS	95.44	198	0.48202		
TOTAL (CORREGIDO)	196.52	299			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

Tabla 78: Pruebas de Múltiple Rangos para sabor por BLOQUE.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>BLOQUE</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
82	3	2.0	0.400841	X
26	3	2.33333	0.400841	XX
18	3	2.33333	0.400841	XX
74	3	2.66667	0.400841	XXX
90	3	2.66667	0.400841	XXX
14	3	2.66667	0.400841	XXX
9	3	2.66667	0.400841	XXX
99	3	2.66667	0.400841	XXX
73	3	2.66667	0.400841	XXX
12	3	2.66667	0.400841	XXX
50	3	2.66667	0.400841	XXX
65	3	2.66667	0.400841	XXX
58	3	2.66667	0.400841	XXX
60	3	2.66667	0.400841	XXX
28	3	3.0	0.400841	XXX
83	3	3.0	0.400841	XXX
86	3	3.0	0.400841	XXX
22	3	3.0	0.400841	XXX
87	3	3.0	0.400841	XXX
20	3	3.0	0.400841	XXX
23	3	3.0	0.400841	XXX
34	3	3.0	0.400841	XXX
64	3	3.0	0.400841	XXX
43	3	3.0	0.400841	XXX
3	3	3.33333	0.400841	XXX
54	3	3.33333	0.400841	XXX
38	3	3.33333	0.400841	XXX
24	3	3.33333	0.400841	XXX
42	3	3.33333	0.400841	XXX
61	3	3.33333	0.400841	XXX
91	3	3.33333	0.400841	XXX
27	3	3.33333	0.400841	XXX
13	3	3.33333	0.400841	XXX
80	3	3.33333	0.400841	XXX
47	3	3.33333	0.400841	XXX
85	3	3.33333	0.400841	XXX
94	3	3.33333	0.400841	XXX
44	3	3.33333	0.400841	XXX
97	3	3.33333	0.400841	XXX
5	3	3.33333	0.400841	XXX
67	3	3.33333	0.400841	XXX
32	3	3.33333	0.400841	XXX
56	3	3.33333	0.400841	XXX
48	3	3.33333	0.400841	XXX
41	3	3.33333	0.400841	XXX
70	3	3.33333	0.400841	XXX
81	3	3.66667	0.400841	XXX
79	3	3.66667	0.400841	XXX
76	3	3.66667	0.400841	XXX
75	3	3.66667	0.400841	XXX
62	3	3.66667	0.400841	XXX
93	3	3.66667	0.400841	XXX
29	3	3.66667	0.400841	XXX
6	3	3.66667	0.400841	XXX
96	3	3.66667	0.400841	XXX
92	3	3.66667	0.400841	XXX

<<continuación>>

68	3	3.66667	0.400841	XXX
66	3	3.66667	0.400841	XXX
31	3	3.66667	0.400841	XXX
15	3	3.66667	0.400841	XXX
49	3	3.66667	0.400841	XXX
10	3	3.66667	0.400841	XXX
19	3	3.66667	0.400841	XXX
36	3	3.66667	0.400841	XXX
17	3	3.66667	0.400841	XXX
69	3	3.66667	0.400841	XXX
8	3	3.66667	0.400841	XXX
46	3	3.66667	0.400841	XXX
2	3	4.0	0.400841	XXX
77	3	4.0	0.400841	XXX
84	3	4.0	0.400841	XXX
21	3	4.0	0.400841	XXX
78	3	4.0	0.400841	XXX
4	3	4.0	0.400841	XXX
30	3	4.0	0.400841	XXX
7	3	4.0	0.400841	XXX
52	3	4.0	0.400841	XXX
25	3	4.0	0.400841	XXX
98	3	4.0	0.400841	XXX
89	3	4.0	0.400841	XXX
71	3	4.0	0.400841	XXX
35	3	4.0	0.400841	XXX
16	3	4.0	0.400841	XXX
63	3	4.0	0.400841	XXX
39	3	4.0	0.400841	XXX
37	3	4.0	0.400841	XXX
33	3	4.0	0.400841	XXX
72	3	4.33333	0.400841	XXX
11	3	4.33333	0.400841	XXX
88	3	4.33333	0.400841	XXX
59	3	4.33333	0.400841	XXX
57	3	4.33333	0.400841	XXX
55	3	4.33333	0.400841	XXX
53	3	4.33333	0.400841	XXX
100	3	4.33333	0.400841	XXX
45	3	4.33333	0.400841	XXX
51	3	4.66667	0.400841	XX
95	3	4.66667	0.400841	XX
40	3	4.66667	0.400841	XX
1	3	5.0	0.400841	X

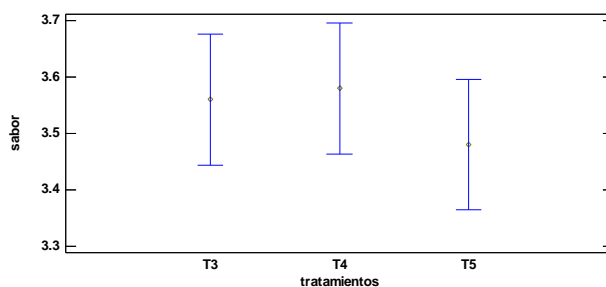


Figura 81: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de sabor.

Tabla 79: Prueba de Friedman; sabor vs. formulaciones bloqueado por consumidores.

S = 0.58 GL = 2 P = 0.746

S = 0.95 GL = 2 P = 0.623 (ajustados para los vínculos)

Formulaciones	N	Mediana Est.	Suma de clasificaciones
F3	100	4.0000	198.5
F4	100	4.0000	206.0
F5	100	4.0000	195.5

Mediana principal = 4.0000

TEXTURA

Tabla 80: Análisis de Varianza para textura - Suma de Cuadrados Tipo III.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Formulaciones	0.806667	2	0.403333	0.73	0.4847
B: BLOQUE (Consumidores)	110.33	99	1.11444	2.01	0.0000
RESIDUOS	109.86	198	0.554848		
TOTAL (CORREGIDO)	220.997	299			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

Tabla 81: Pruebas de Múltiple Rangos para textura por BLOQUE.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

BLOQUE	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
43	3	1.33333	0.430058	X
73	3	2.0	0.430058	XX
2	3	2.0	0.430058	XX
50	3	2.33333	0.430058	XXX
99	3	2.33333	0.430058	XXX
96	3	2.33333	0.430058	XXX
82	3	2.33333	0.430058	XXX
90	3	2.66667	0.430058	XXXX
80	3	2.66667	0.430058	XXXX
60	3	2.66667	0.430058	XXXX
31	3	2.66667	0.430058	XXXX
21	3	2.66667	0.430058	XXXX
86	3	3.0	0.430058	XXXX
91	3	3.0	0.430058	XXXX
83	3	3.0	0.430058	XXXX
87	3	3.0	0.430058	XXXX
23	3	3.0	0.430058	XXXX
25	3	3.0	0.430058	XXXX
26	3	3.0	0.430058	XXXX
36	3	3.0	0.430058	XXXX
69	3	3.0	0.430058	XXXX
9	3	3.0	0.430058	XXXX

<<continuación>>

61	3	3.33333	0.430058	XXXX
66	3	3.33333	0.430058	XXXX
89	3	3.33333	0.430058	XXXX
3	3	3.33333	0.430058	XXXX
79	3	3.33333	0.430058	XXXX
54	3	3.33333	0.430058	XXXX
56	3	3.33333	0.430058	XXXX
67	3	3.33333	0.430058	XXXX
28	3	3.33333	0.430058	XXXX
75	3	3.33333	0.430058	XXXX
24	3	3.33333	0.430058	XXXX
97	3	3.33333	0.430058	XXXX
76	3	3.33333	0.430058	XXXX
5	3	3.33333	0.430058	XXXX
78	3	3.33333	0.430058	XXXX
14	3	3.33333	0.430058	XXXX
13	3	3.33333	0.430058	XXXX
12	3	3.33333	0.430058	XXXX
6	3	3.33333	0.430058	XXXX
53	3	3.33333	0.430058	XXXX
51	3	3.33333	0.430058	XXXX
48	3	3.33333	0.430058	XXXX
20	3	3.33333	0.430058	XXXX
18	3	3.33333	0.430058	XXXX
17	3	3.33333	0.430058	XXXX
62	3	3.66667	0.430058	XXXX
59	3	3.66667	0.430058	XXXX
93	3	3.66667	0.430058	XXXX
92	3	3.66667	0.430058	XXXX
81	3	3.66667	0.430058	XXXX
74	3	3.66667	0.430058	XXXX
52	3	3.66667	0.430058	XXXX
98	3	3.66667	0.430058	XXXX
77	3	3.66667	0.430058	XXXX
35	3	3.66667	0.430058	XXXX
4	3	3.66667	0.430058	XXXX
32	3	3.66667	0.430058	XXXX
15	3	3.66667	0.430058	XXXX
58	3	3.66667	0.430058	XXXX
57	3	3.66667	0.430058	XXXX
55	3	3.66667	0.430058	XXXX
45	3	3.66667	0.430058	XXXX
44	3	3.66667	0.430058	XXXX
42	3	3.66667	0.430058	XXXX
40	3	3.66667	0.430058	XXXX
19	3	3.66667	0.430058	XXXX
38	3	3.66667	0.430058	XXXX
71	3	3.66667	0.430058	XXXX
70	3	3.66667	0.430058	XXXX
34	3	3.66667	0.430058	XXXX
46	3	3.66667	0.430058	XXXX
94	3	4.0	0.430058	XXX
85	3	4.0	0.430058	XXX
65	3	4.0	0.430058	XXX
7	3	4.0	0.430058	XXX
29	3	4.0	0.430058	XXX
95	3	4.0	0.430058	XXX
72	3	4.0	0.430058	XXX
68	3	4.0	0.430058	XXX
27	3	4.0	0.430058	XXX

<<continuación>>

16	3	4.0	0.430058	XXX
63	3	4.0	0.430058	XXX
49	3	4.0	0.430058	XXX
47	3	4.0	0.430058	XXX
22	3	4.0	0.430058	XXX
39	3	4.0	0.430058	XXX
37	3	4.0	0.430058	XXX
8	3	4.0	0.430058	XXX
84	3	4.33333	0.430058	XXX
64	3	4.33333	0.430058	XXX
100	3	4.33333	0.430058	XXX
88	3	4.33333	0.430058	XXX
30	3	4.33333	0.430058	XXX
11	3	4.33333	0.430058	XXX
1	3	4.66667	0.430058	XX
10	3	4.66667	0.430058	XX
33	3	4.66667	0.430058	XX
41	3	5.0	0.430058	X

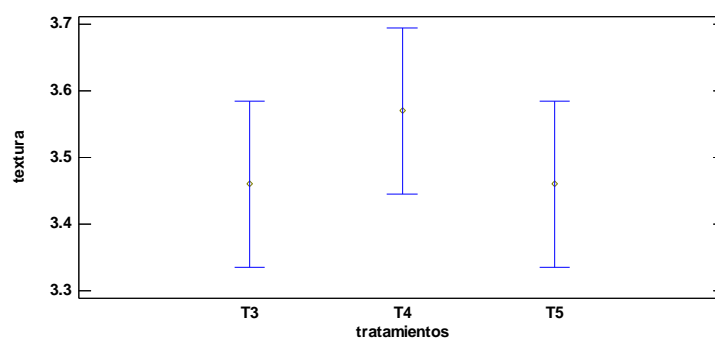


Figura 82. Medias y 95.0 % de Tukey HSD de textura.

Tabla 82: Prueba de Friedman: textura vs. formulaciones bloqueado por consumidores.

S = 1.62 GL = 2 P = 0.445

S = 2.62 GL = 2 P = 0.269 (ajustados para los vínculos)

Formulaciones	N	Mediana Est.	Suma de clasificaciones
F3	100	4.0000	191.0
F4	100	4.0000	209.0
F5	100	4.0000	200.0

Mediana principal = 4.0000

ANEXO 20. DATOS ESTADÍSTICOS DE ANOVA DE LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LOS TRES MEJORES FORMULACIONES.

ENERGÍA

Tabla 83: ANOVA para Energía por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	8.8686	2	4.4343	2.51	0.1613
Intra grupos	10.597	6	1.76617		
Total (Corr.)	19.4656	8			

HUMEDAD

Tabla 84: ANOVA para Humedad por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.75082	2	0.875411	9.74	0.0131
Intra grupos	0.539267	6	0.0898778		
Total (Corr.)	2.29009	8			

Tabla 85: Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Formulaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F4	3	10.04	X
F5	3	10.47	XX
F3	3	11.1133	X

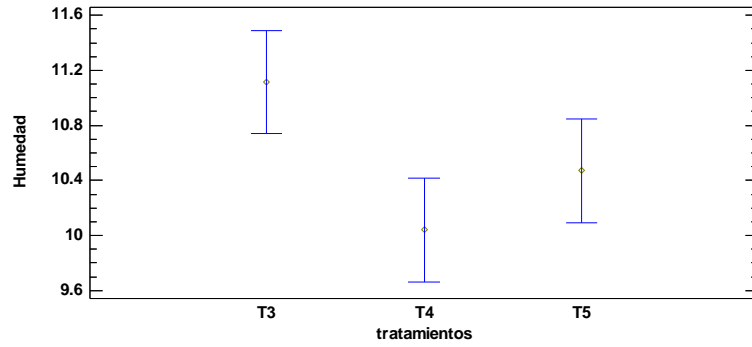


Figura 83: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de humedad.

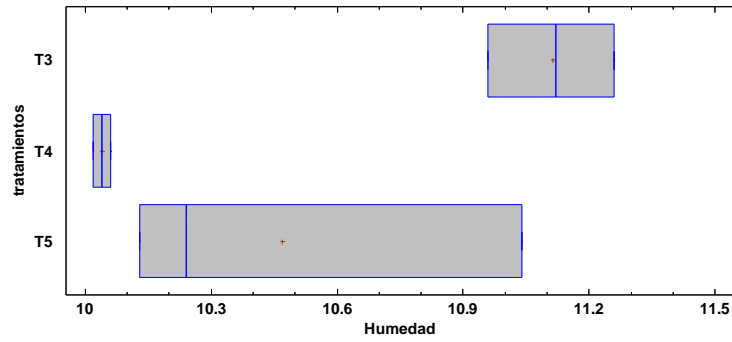


Figura 84: Gráfico caja y bigotes de humedad.

PROTEÍNA

Tabla 86: ANOVA para Proteína por formulaciones.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.323089	2	0.161544	1.64	0.2697
Intra grupos	0.5898	6	0.0983		
Total (Corr.)	0.912889	8			

Tabla 87: Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Formulaciones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
F5	3	18.6967	X
F3	3	18.7133	X
F4	3	19.1067	X

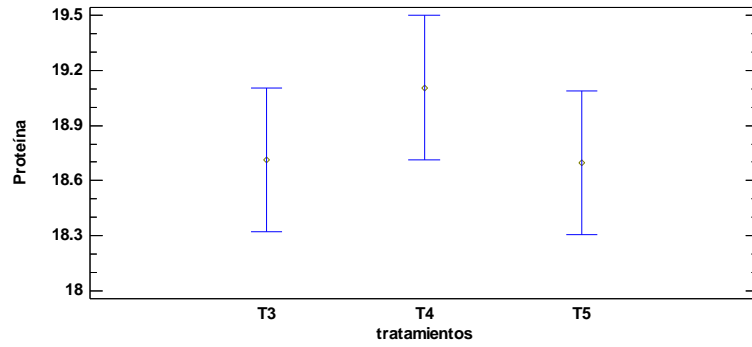


Figura 85: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de proteína.

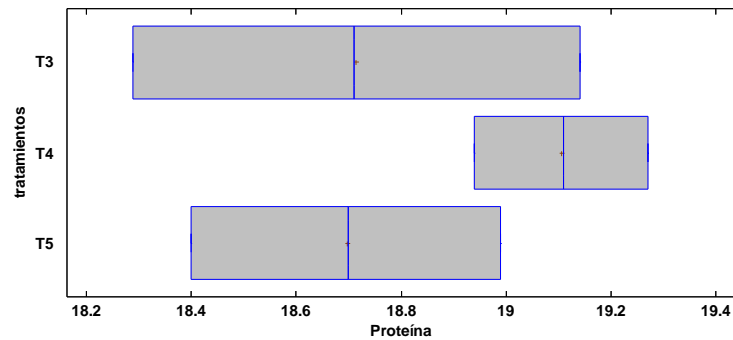


Figura 86: Gráfico caja y bigotes de proteína.

GRASA

Tabla 88: ANOVA para Grasa por formulaciones

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.115556	2	0.0577778	162.50	0.0000
Intra grupos	0.00213333	6	0.000355556		
Total (Corr.)	0.117689	8			

Tabla 89: Pruebas de Múltiple Rangos para Grasa por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>formulaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F5	3	0.43	X
F4	3	0.496667	X
F3	3	0.696667	X

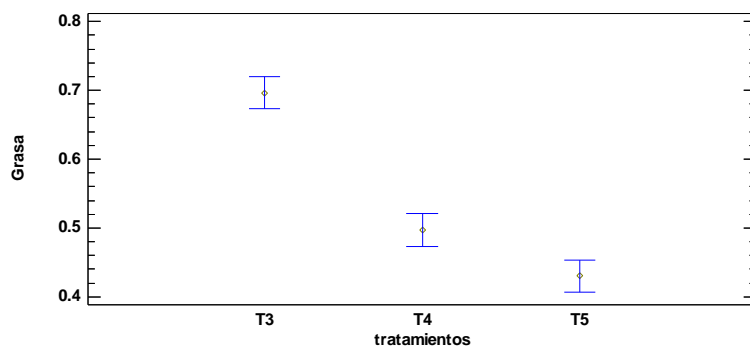


Figura 87: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de grasa.

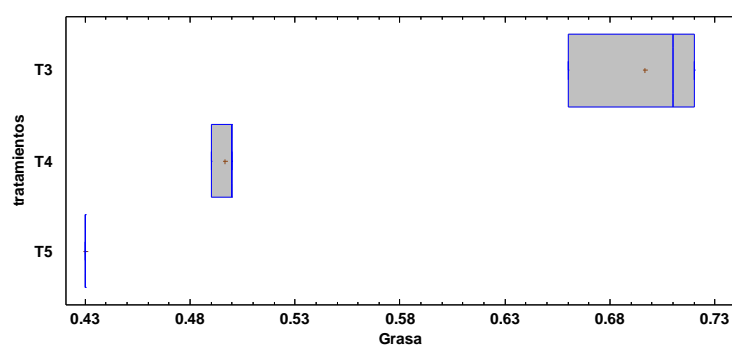


Figura 88: Gráfico caja y bigotes de grasa.

FIBRA CRUDA

Tabla 90: ANOVA para Fibra cruda por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.1952	2	0.0976	13.01	0.0066
Intra grupos	0.045	6	0.0075		
Total (Corr.)	0.2402	8			

Tabla 91: Pruebas de Múltiple Rangos para Fibra cruda por formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>formulaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F5	3	1.57667	X
F3	3	1.77667	XX
F4	3	1.93667	X

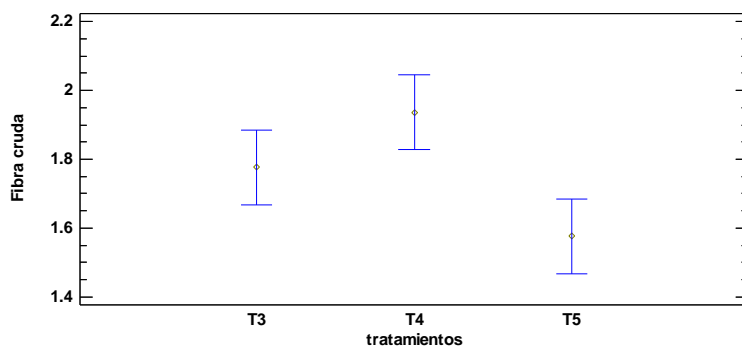


Figura 89: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de fibra cruda.

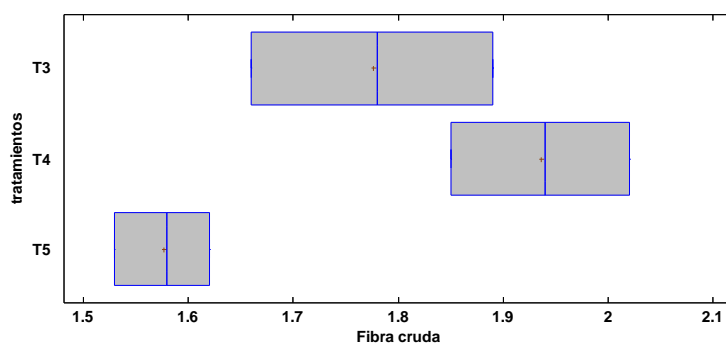


Figura 90: Gráfico caja y bigotes de fibra cruda.

CARBOHIDRATOS

Tabla 92: ANOVA para Carbohidratos por formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.818689	2	0.409344	1.34	0.3295
Intra grupos	1.82793	6	0.304656		
Total (Corr.)	2.64662	8			

CENIZAS

Tabla 93: ANOVA para Cenizas por formulaciones

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.145867	2	0.0729333	3.56	0.0957
Intra grupos	0.122933	6	0.0204889		
Total (Corr.)	0.2688	8			

CALCIO

Tabla 94: ANOVA para Calcio por formulaciones

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	5670.43	2	2835.21	4123.21	0.0000
Intra grupos	4.12573	6	0.687622		
Total (Corr.)	5674.55	8			

Tabla 95: Pruebas de Múltiple Rangos para Calcio por formulaciones

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>formulaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F5	3	678.91	X
F3	3	726.687	X
F4	3	736.313	X

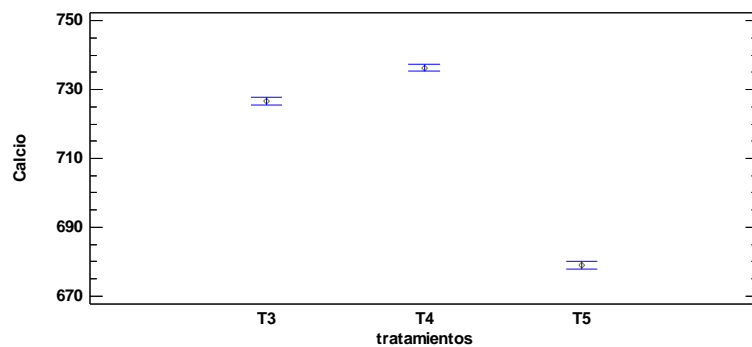


Figura 91: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de calcio.

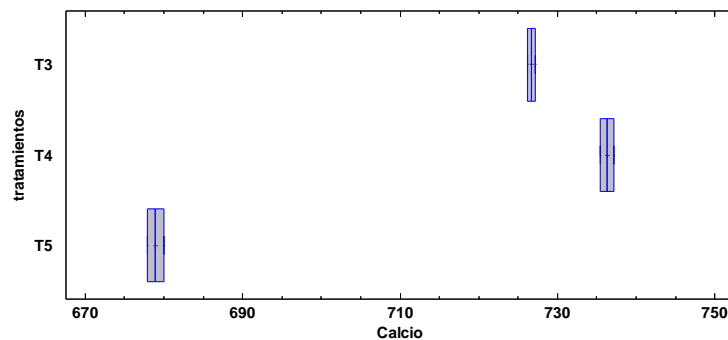


Figura 92: Gráfico caja y bigotes de calcio.

LITIO

Tabla 96: ANOVA para Litio por formulaciones

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.00162613	2	0.000813065	107.15	0.0000
Intra grupos	0.0000455278	6	0.00000758797		
Total (Corr.)	0.00167166	8			

Tabla 97: Pruebas de Múltiple Rangos para Litio por formulaciones

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>formulaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F4	3	0.139913	X
F3	3	0.158387	X
F5	3	0.172753	X

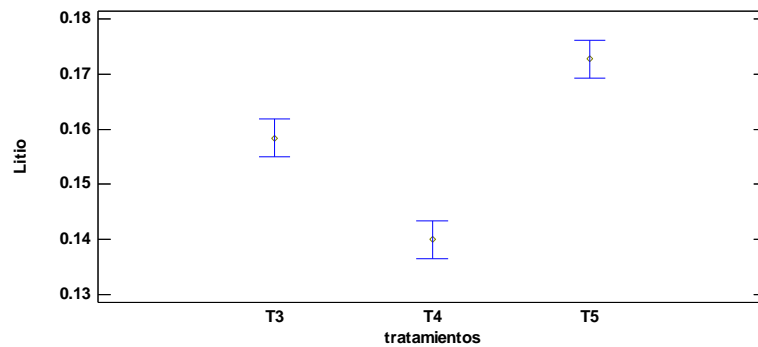


Figura 93: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de litio.

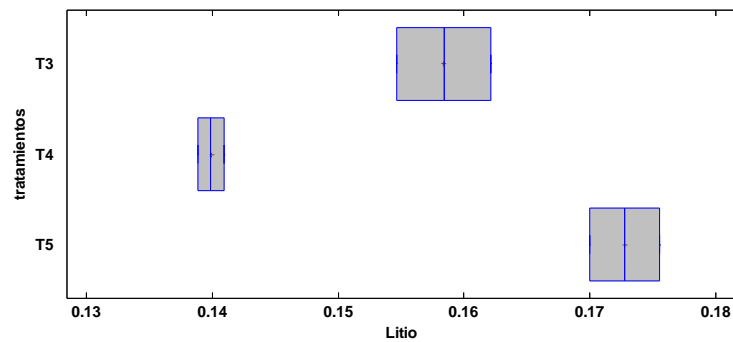


Figura 94: Gráfico caja y bigotes de litio.

ANEXO 21. DATOS ESTADÍSTICOS DE ANOVA DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS 3 FORMULACIONES.

Tabla 98: ANOVA para Capacidad Antioxidante por Formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	236764.	2	118382.	4343.81	0.0000
Intra grupos	327.037	12	27.2531		
Total (Corr.)	237091.	14			

Tabla 99: Medias para Capacidad Antioxidante por Formulaciones con intervalos de confianza del 95.0%.

<i>Formulaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est. (s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
F3	5	806.671	2.33466	802.254	811.087
F4	5	513.088	2.33466	508.671	517.504
F5	5	579.966	2.33466	575.55	584.383
Total	15	633.241			

Tabla 100: Pruebas de Múltiple Rangos para Cap. Antioxidante por Formulaciones.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Formulaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F4	5	513.088	X
F5	5	579.966	X
F3	5	806.671	X

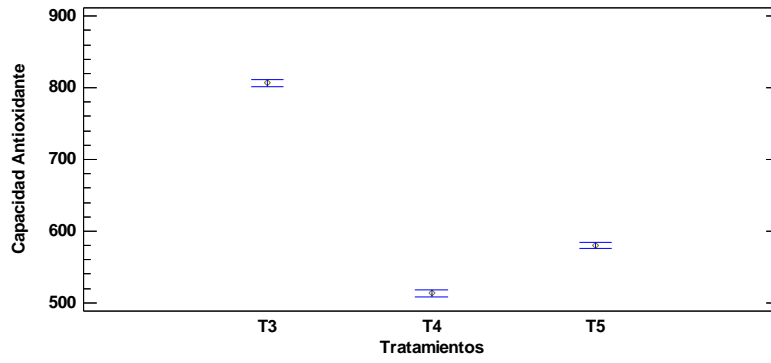


Figura 95: Medias y 95.0 % de Tukey HSD de capacidad antioxidante.

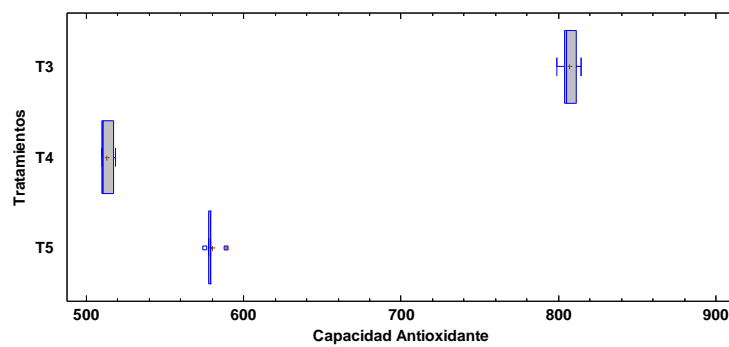


Figura 96: Gráfico caja y bigotes de capacidad antioxidante.

ANEXO 22. DETERMINACIÓN DE RESPUESTA DEL OBJETIVO 3.

Tabla 101: Optimización de respuestas de las variables respuesta.

Propiedades	Meta	Inferior	Objetivo	Superior
Humedad (%)	Mínimo	-	10.019	11.2649
Proteína (%)	Máximo	18.290	19.270	-
Grasa (%)	Mínimo	-	0.427	0.7179
Fibra cruda (%)	Máximo	1.530	2.020	-
Calcio (mg/Kg)	Máximo	677.870	737.200	-
Litio (mg/Kg)	Máximo	0.139	0.176	-

Tabla 102: Soluciones de todos las formulaciones.

Formulas	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra cruda (%)	Calcio (mg/Kg)	Litio (mg/Kg)	Deseabilidad compuesta
Ajustes							
F4	10.0404	19.1067	0.4934	1.9367	736.31	0.139	0.50
F3	11.1133	18.7133	0.6953	1.776	726.68	0.158	0.31
F5	10.4699	18.6967	0.4295	1.576	678.91	0.172	0.27

Predicción de respuesta múltiple

Valor de

Variable

configuración

Formulaciones

F4

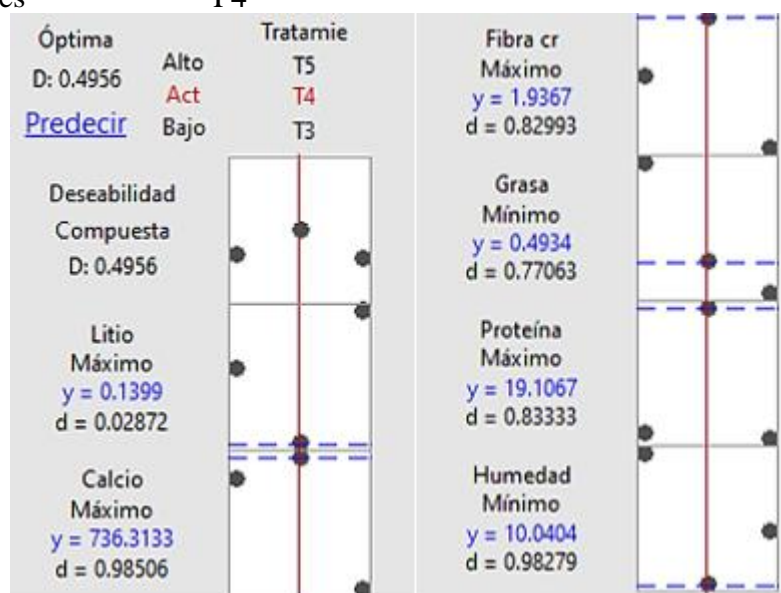


Figura 97: Grafica de optimización del mejor tratamiento.

ANEXO 23. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE TALLARINES

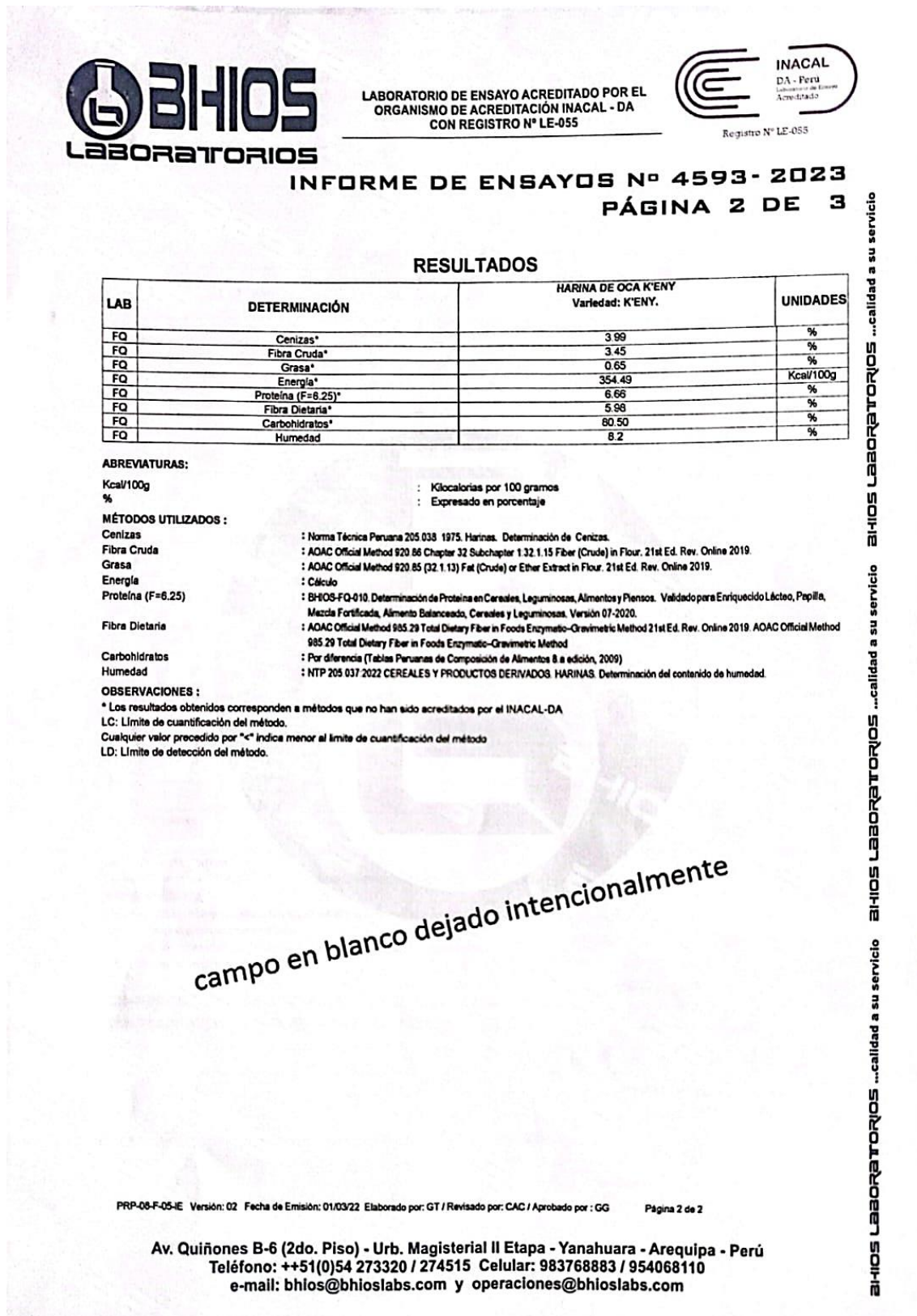


Figura 98: Resultados de la composición proximal de la harina oca K'eny.

INFORME DE ENSAYOS N° 4593-2023
PÁGINA 3 DE 3

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	HARINA DE OCA K'ENY Variedad: K'ENY.	UNIDADES
FQ	Ag (Plata)*	<0.2	<1.0	0.00413	mg/Kg
FQ	Al (Aluminio)*	<0.2	<1.0	28.93	mg/Kg
FQ	As (Arsénico)*	<0.1	<0.5	0.02824	mg/Kg
FQ	B (Boro)*	<0.1	<0.5	20.868	mg/Kg
FQ	Ba (Bario)*	<0.2	<1.0	20.4270	mg/Kg
FQ	Be (Berilio)*	<0.1	<0.5	0.00758	mg/Kg
FQ	Ca (Calcio)*	<0.2	<1.0	0.0207	mg/Kg
FQ	Cd (Cadmio)*	<0.05	<0.25	291.32	mg/Kg
FQ	Ce (Cerio)*	<0.05	<0.25	0.01240	mg/Kg
FQ	Co (Cobalto)*	<0.05	<0.25	0.17906	mg/Kg
FQ	Cr (Cromo)*	<0.15	<0.75	0.13154	mg/Kg
FQ	Cs (Cesio)*	<0.01	<0.05	0.20388	mg/Kg
FQ	Cu (Cobre)*	<0.05	<0.25	0.25964	mg/Kg
FQ	Fe (Hierro)*	<0.3	<1.5	4.683	mg/Kg
FQ	Hg (Mercurio)*	<0.05	<0.25	38.361	mg/Kg
FQ	K (Potasio)*	<0.01	<0.05	<0.0005	mg/Kg
FQ	Li (Litio)*	<0.01	<0.05	22048.90	mg/Kg
FQ	Mg (Magnesio)*	<0.2	<1.0	0.03788	mg/Kg
FQ	Mn (Manganeso)*	<0.2	<1.0	1188.71	mg/Kg
FQ	Mo (Molibdeno)*	<0.1	<0.5	6.7287	mg/Kg
FQ	Na (Sodio)*	<0.01	<0.5	0.4063	mg/Kg
FQ	Ni (Níquel)*	<0.1	<0.5	81.96	mg/Kg
FQ	P (Fósforo)*	<0.1	<0.5	1.2534	mg/Kg
FQ	Pb (Plomo)*	<0.02	<0.1	2544.77	mg/Kg
FQ	Sb (Antimonio)*	<0.1	<0.5	0.2273	mg/Kg
FQ	Se (Selenio)*	<0.1	<0.5	0.0207	mg/Kg
FQ	Si (Silicio)*	<0.1	<0.5	<0.0001	mg/Kg
FQ	Sn (Estañio)*	<0.1	<0.5	40.63	mg/Kg
FQ	Sr (Estroncio)*	<0.1	<0.5	0.0275	mg/Kg
FQ	Ti (Titanio)*	<0.05	<0.25	5.2135	mg/Kg
FQ	Tl (Talio)*	<0.05	<0.25	2.5551	mg/Kg
FQ	U (Uranio)*	<0.05	<0.25	0.09229	mg/Kg
FQ	V (Vanadio)*	<0.05	<0.25	0.00275	mg/Kg
FQ	Zn (Zinc)*	<0.25	<0.2735	0.0551	mg/Kg
				12.397	mg/Kg

ABREVIATURAS:

mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: Digestion + EPA METHOD 6020 B, Rev. 2 2014 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

LC: Límite de cuantificación del método.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

LD: Límite de detección del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 22/07/2023 al 05/08/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 05/08/2023


Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Figura 99: Resultados de los micronutrientes de la harina oca K'eny.

INFORME DE ENSAYOS N° 4594- 2023
PÁGINA 2 DE 3

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	HARINA DE QUINUA BALCEDO INIA Variedad: Balcedo INIA.	UNIDADES
FQ	Cenizas*	1.68	%
FQ	Fibra Cruda*	0.75	%
FQ	Grasa*	5.29	%
FQ	Energía*	369.73	Kcal/100g
FQ	Proteína (F=6.25)*	12.41	%
FQ	Fibra Dietaria*	4.20	%
FQ	Carbohidratos*	68.12	%
FQ	Humedad	12.5	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje
Kcal/100g : Kilocalorías por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

Cenizas : Norma Técnica Peruana 205.038 1975. Harinas. Determinación de Cenizas.
Fibra Cruda : AOAC Official Method 920.86 Chapter 32 Subchapter 1:32.1.15 Fiber (Crude) in Flour. 21st Ed. Rev. Online 2019.
Grasa : AOAC Official Method 920.85 (32.1.13) Fat (Crude) or Ether Extract in Flour. 21st Ed. Rev. Online 2019.
Energía : Cálculo
Proteína (F=6.25) : BHIOS-FQ-010. Determinación de Proteína en Cereales, Leguminosas, Alimentos y Piensos. Validado para Enriquecido Lácteo, Papilla, Mezcla Fortificada, Alimento Balanceado, Cereales y Leguminosas. Versión 07-2020.
Fibra Dietaria : AOAC Official Method 985.29 Total Dietary Fiber in Foods Enzymatic-Gravimetric Method 21st Ed. Rev. Online 2019. AOAC Official Method 985.29 Total Dietary Fiber in Foods Enzymatic-Gravimetric Method
Carbohidratos : Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8ª edición, 2009)
Humedad : NTP 205.037:2022 CEREALES Y PRODUCTOS DERIVADOS. HARINAS. Determinación del contenido de humedad.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
LD: Límite de detección del método.
LC: Límite de cuantificación del método.
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

campo en blanco dejado intencionalmente

Figura 100: Resultados de los micronutrientes de la harina oca K'eny.

INFORME DE ENSAYOS N° 4594- 2023
PÁGINA 3 DE 3

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	HARINA DE QUINUA SALCEDO INIA Variedad: Salcedo INIA.	UNIDADES
FQ	Ag (Plata)*	<0.2	<1.0	<0.00005	mg/Kg
FQ	Al (Aluminio)*	<0.2	<1.0	2.76	mg/Kg
FQ	As (Arsénico)*	<0.1	<0.5	0.00882	mg/Kg
FQ	B (Boro)*	<0.1	<0.5	9.257	mg/Kg
FQ	Ba (Bario)*	<0.2	<1.0	1.7082	mg/Kg
FQ	Be (Berilio)*	<0.2	<1.0	0.00220	mg/Kg
FQ	Bi (Bismuto)*	<0.1	<0.5	<0.0001	mg/Kg
FQ	Ca (Calcio)*	<0.2	<1.0	524.02	mg/Kg
FQ	Cd (Cadmio)*	<0.05	<0.25	0.02480	mg/Kg
FQ	Ce (Cerio)*	<0.05	<0.25	0.00882	mg/Kg
FQ	Co (Cobalto)*	<0.05	<0.25	0.10139	mg/Kg
FQ	Cr (Cromo)*	<0.15	<0.75	0.10469	mg/Kg
FQ	Cs (Cesio)*	<0.01	<0.05	0.07439	mg/Kg
FQ	Cu (Cobre)*	<0.05	<0.25	4.078	mg/Kg
FQ	Fe (Hierro)*	<0.3	<1.5	34.935	mg/Kg
FQ	Hg (Mercurio)*	<0.05	<0.25	<0.0005	mg/Kg
FQ	K (Potasio)*	<0.01	<0.05	4691.43	mg/Kg
FQ	Li (Litio)*	<0.01	<0.05	0.04684	mg/Kg
FQ	Mg (Magnesio)*	<0.2	<1.0	1538.46	mg/Kg
FQ	Mn (Manganeso)*	<0.2	<1.0	14.8501	mg/Kg
FQ	Mo (Molibdeno)*	<0.1	<0.5	0.1543	mg/Kg
FQ	Na (Sodio)*	<0.01	<0.5	51.60	mg/Kg
FQ	Ni (Níquel)*	<0.1	<0.5	0.4133	mg/Kg
FQ	P (Fósforo)*	<0.1	<0.5	3460.99	mg/Kg
FQ	Pb (Plomo)*	<0.02	<1.0	0.0220	mg/Kg
FQ	Sb (Antimonio)*	<0.1	<0.5	0.0055	mg/Kg
FQ	Se (Selenio)*	<0.1	<0.5	0.0055	mg/Kg
FQ	Si (Silicio)*	<0.1	<0.5	<0.1	mg/Kg
FQ	Sn (Estaño)*	<0.1	<0.5	0.0110	mg/Kg
FQ	Sr (Estroncio)*	<0.1	<0.5	5.3945	mg/Kg
FQ	Ti (Titanio)*	<0.05	<0.25	0.4243	mg/Kg
FQ	Tl (Teluro)*	<0.05	<0.25	0.03196	mg/Kg
FQ	U (Uranio)*	<0.05	<0.25	0.00716	mg/Kg
FQ	V (Vanadio)*	<0.05	<0.25	<0.0004	mg/Kg
FQ	Zn (Zinc)*	<0.25	<0.2735	25.788	mg/Kg

ABREVIATURAS:

mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: Digestion + EPA METHOD 6020 B, Rev. 2 2014 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

LD: Límite de detección del método.

LC: Límite de cuantificación del método.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 22/07/2023 al 05/08/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 05/08/2023



Miguel Valdívía Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Figura 101: Resultados de los micronutrientes de la harina quinua Salcedo INIA.

INFORME DE ENSAYOS N° 4591 - 2023
PÁGINA 2 DE 3

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	HARINA DE QUINUA INIA 420 NEGRA COLLANA Variedad: INIA 420 (NEGRA COLLANA)	UNIDADES
FQ	Cenizas*	2.42	%
FQ	Fibra Cruda*	5.87	%
FQ	Grasa*	5.44	%
FQ	Energía*	382.72	Kcal/100g
FQ	Proteína (F=6.25)*	15.99	%
FQ	Fibra Dietaria*	9.84	%
FQ	Carbohidratos*	67.45	%
FQ	Humedad	8.7	%

ABREVIATURAS:

Kcal/100g : Kilocalorías por 100 gramos
% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Cenizas : Norma Técnica Peruana 205.038 1975. Harinas. Determinación de Cenizas.
Fibra Cruda : AOAC Official Method 920.86 Chapter 32 Subchapter 1:32.1.15 Fiber (Crude) in Flour. 21st Ed. Rev. Online 2019.
Grasa : AOAC Official Method 920.85 (32.1.13) Fat (Crude) or Ether Extract in Flour. 21st Ed. Rev. Online 2019.
Energía : Cálculo
Proteína (F=6.25) : BHIOS-FQ-010. Determinación de Proteína en Cereales, Leguminosas, Alimentos y Piensos. Validado para Enriquecido Lácteo, Papilla, Mezcla Fortificada, Alimento Balanceado, Cereales y Leguminosas. Versión 07-2020.
Fibra Dietaria : AOAC Official Method 985.29 Total Dietary Fiber in Foods Enzymatic-Gravimetric Method 21st Ed. Rev. Online 2019. AOAC Official Method 985.29 Total Dietary Fiber in Foods Enzymatic-Gravimetric Method
Carbohidratos : Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8.a edición, 2009)
Humedad : NTP 205.037:1975 (Revisada el 2016). 1975. HARINAS. Determinación del contenido de humedad.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

LD: Límite de detección del método.

LC: Límite de cuantificación del método.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

Figura 102: Resultados de la composición proximal de la harina de quinua INIA 420 Negra Collana.

INFORME DE ENSAYOS N° 4591 - 2023
PÁGINA 3 DE 3

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	HARINA DE QUINUA INIA 420 NEGRA COLLANA Variedad: INIA 420 (NEGRA COLLANA)	UNIDADES
FQ	Ag (Plata)*	+0.2	+1.0	<0.00005	mg/Kg
FQ	Al (Aluminio)*	+0.2	+1.0	3.79	mg/Kg
FQ	As (Arsénico)*	+0.1	+0.5	0.01136	mg/Kg
FQ	B (Boro)*	+0.1	+0.5	13.826	mg/Kg
FQ	Ba (Bario)*	+0.2	+1.0	0.8902	mg/Kg
FQ	Be (Berilio)*	+0.2	+1.0	<0.00002	mg/Kg
FQ	Bi (Bismuto)*	+0.1	+0.5	0.0284	mg/Kg
FQ	Ca (Calcio)*	+0.2	+1.0	751.89	mg/Kg
FQ	Cd (Cadmio)*	+0.05	+0.25	0.03883	mg/Kg
FQ	Ce (Cerio)*	+0.05	+0.25	0.00852	mg/Kg
FQ	Co (Cobalto)*	+0.05	+0.25	0.07576	mg/Kg
FQ	Cr (Cromo)*	+0.15	+0.75	0.15341	mg/Kg
FQ	Cs (Cesio)*	+0.01	+0.05	0.11269	mg/Kg
FQ	Cu (Cobre)*	+0.05	+0.25	7.670	mg/Kg
FQ	Fe (Hierro)*	+0.3	+1.5	42.803	mg/Kg
FQ	Hg (Mercurio)*	+0.05	+0.25	<0.0005	mg/Kg
FQ	K (Potasio)*	+0.01	+0.05	6947.92	mg/Kg
FQ	Li (Litio)*	+0.01	+0.05	0.16856	mg/Kg
FQ	Mg (Magnesio)*	+0.2	+1.0	2355.11	mg/Kg
FQ	Mn (Manganeso)*	+0.2	+1.0	19.1761	mg/Kg
FQ	Mo (Molibdeno)*	+0.1	+0.5	0.3125	mg/Kg
FQ	Na (Sodio)*	+0.01	+0.5	149.62	mg/Kg
FQ	Ni (Niquel)*	+0.1	+0.5	1.4962	mg/Kg
FQ	P (Fosforo)*	+0.1	+0.5	4725.38	mg/Kg
FQ	Pb (Plomo)*	+0.02	+1.0	<0.0002	mg/Kg
FQ	Sb (Antimonio)*	+0.1	+0.5	0.0284	mg/Kg
FQ	Se (Selenio)*	+0.1	+0.5	0.0379	mg/Kg
FQ	Si (Silicio)*	+0.1	+0.5	<0.1	mg/Kg
FQ	Sn (Estañio)*	+0.1	+0.5	0.0284	mg/Kg
FQ	Sr (Estroncio)*	+0.1	+0.5	5.6913	mg/Kg
FQ	Ti (Titanio)*	+0.05	+0.25	0.5662	mg/Kg
FQ	Tl (Talio)*	+0.05	+0.25	0.02936	mg/Kg
FQ	U (Uranio)*	+0.05	+0.25	0.01326	mg/Kg
FQ	V (Vanadio)*	+0.05	+0.25	<0.0004	mg/Kg
FQ	Zn (Zinc)*	+0.25	+0.2735	36.837	mg/Kg

ABREVIATURAS:

mg/Kg : Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : Digestión + EPA METHOD 6020 B, Rev. 2 2014 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

LD: Límite de detección del método.

LC: Límite de cuantificación del método.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 22/07/2023 al 05/08/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 05/08/2023

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Figura 103: Resultados de los micronutrientes de la harina de quinua INIA 420 Negra Collana.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	TALLARINES (BASE SECA) M003	UNIDADES
FQ	Gluten	0.0	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Gluten : Lees, R. 1982. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Determinación Gluten (Bruto). G2. Pág 154. Editorial Acribia. 2da Edición Española. Zaragoza.

Análisis de Composición Proximal
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)

LAB	DETERMINACIÓN	TALLARINES (BASE SECA) M003	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	66.49	%
FQ	Cenizas	2.99	%
FQ	Energía	347.10	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	1.78	%
FQ	Grasa	0.70	%
FQ	Humedad	11.11	%
FQ	Proteína (F=6.25)	18.71	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje
Kcal/100g : Kícalorías por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

Análisis de Composición Proximal : Manual de Métodos para el Análisis de Alimentos (Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 26/03/2024 al 04/04/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 05/04/2024



Bigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Figura 104: Resultados de la composición proximal del tratamiento F3.

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	TALLARINES (BASE SECA) M003.	UNIDADES
FQ	Ag (Plata)	<0.0000	<0.2000	<0.00005	mg/Kg
FQ	Al (Aluminio)	<0.03	<0.10	32.94	mg/Kg
FQ	As (Arsénico)	<0.01000	<0.05000	0.02724	mg/Kg
FQ	B (Boro)	<0.100	<0.500	12.164	mg/Kg
FQ	Ba (Bario)	<0.030	<0.100	7.2795	mg/Kg
FQ	Be (Berilio)	<0.20000	<1.00000	0.01140	mg/Kg
FQ	Bi (Bismuto)	<0.1000	<0.5000	0.0127	mg/Kg
FQ	Ca (Calcio)	<0.20	<1.00	726.69	mg/Kg
FQ	Cd (Cadmio)	<0.01000	<0.05000	0.01457	mg/Kg
FQ	Ce (Cerio)	<0.05000	<0.25000	0.09567	mg/Kg
FQ	Co (Cobalto)	<0.05000	<0.25000	0.08553	mg/Kg
FQ	Cr (Cromo)	<0.01000	<0.05000	0.49544	mg/Kg
FQ	Cs (Cesio)	<0.01000	<0.05000	0.14762	mg/Kg
FQ	Cu (Cobre)	<0.050	<0.250	3.928	mg/Kg
FQ	Fe (Hierro)	<0.30	<1.50	41.244	mg/Kg
FQ	Hg (Mercurio)	<0.01000	<0.05000	<0.0005	mg/Kg
FQ	K (Potasio)	<0.01	<0.05	11334.26	mg/Kg
FQ	Li (Litio)	<0.01000	<0.05000	0.15839	mg/Kg
FQ	Mg (Magnesio)	<0.20	<1.00	1187.91	mg/Kg
FQ	Mn (Manganeso)	<0.2000	<1.0000	9.2119	mg/Kg
FQ	Mo (Molibdeno)	<0.1000	<0.5000	0.2027	mg/Kg
FQ	Na (Sodio)	<0.01	<0.50	2095.16	mg/Kg
FQ	Ni (Niquel)	<0.1000	<0.5000	0.7983	mg/Kg
FQ	P (Fosforo)	<0.10	<0.50	2914.98	mg/Kg
FQ	Pb (Plomo)	<0.0100	<0.0500	0.0824	mg/Kg
FQ	Sb (Antimonio)	<0.1000	<0.5000	0.0063	mg/Kg
FQ	Se (Selenio)	<0.1000	<0.5000	0.1774	mg/Kg
FQ	Si (Silicio)	<0.1	<0.5	150.15	mg/Kg
FQ	Sn (Estaño)	<0.1000	<0.5000	0.0317	mg/Kg
FQ	Sr (Estroncio)	<0.1000	<0.5000	5.1635	mg/Kg
FQ	Ti (Titanio)	<0.0500	<0.2500	1.4002	mg/Kg
FQ	Tl (Talio)	<0.05000	<0.25000	0.06399	mg/Kg
FQ	U (Uranio)	<0.05000	<0.25000	0.00570	mg/Kg
FQ	V (Vanadio)	<0.0500	<0.2500	0.0507	mg/Kg
FQ	Zn (Zinc)	<0.080	<0.200	22.364	mg/Kg

ABREVIATURAS:

mg/Kg : Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : Digestion + EPA METHOD 6020 B, Rev. 2 2014 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

LC: Límite de cuantificación del método.

LD: Límite de detección del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 02/12/2023 al 11/12/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/12/2023



Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Figura 105: Resultados de los micronutrientes del tratamiento F3.

Análisis de Composición Proximal
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)

LAB	DETERMINACIÓN	TALLARINES (BASE SECA) M004.	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	67.10	%
FQ	Cenizas	3.26	%
FQ	Energía	349.25	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	1.94	%
FQ	Grasa	0.49	%
FQ	Humedad	10.04	%
FQ	Proteína (F=6.25)	19.11	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje
Kcal/100g : Kilocalorías por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

Análisis de Composición Proximal : Manual de Métodos para el Análisis de Alimentos
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
LC: Límite de cuantificación del método.
LD: Límite de detección del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 02/12/2023 al 11/12/2023
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/12/2023



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Figura 106: Resultados de la composición proximal del tratamiento F4.

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	TALLARINES (BASE SECA) M004.	UNIDADES
FQ	Ag (Plata)	<0.08000	<0.20000	<0.00005	
FQ	Al (Aluminio)	<0.03	<0.10	34.38	mg/Kg
FQ	As (Arsénico)	<0.01000	<0.05000	0.02846	mg/Kg
FQ	B (Boro)	<0.100	<0.500	9.960	mg/Kg
FQ	Ba (Bario)	<0.030	<0.100	8.6199	mg/Kg
FQ	Be (Berilio)	<0.20000	<1.00000	0.00949	mg/Kg
FQ	Bi (Bismuto)	<0.1000	<0.5000	<0.0001	mg/Kg
FQ	Ca (Calcio)	<0.20	<1.00	736.31	mg/Kg
FQ	Cd (Cadmio)	<0.01000	<0.05000	0.01364	mg/Kg
FQ	Ce (Cerio)	<0.05000	<0.25000	0.11382	mg/Kg
FQ	Co (Cobalto)	<0.05000	<0.25000	0.07766	mg/Kg
FQ	Cr (Cromo)	<0.01000	<0.05000	0.58928	mg/Kg
FQ	Cs (Cesio)	<0.01000	<0.05000	0.14999	mg/Kg
FQ	Cu (Cobre)	<0.050	<0.250	4.150	mg/Kg
FQ	Fe (Hierro)	<0.30	<1.50	40.017	mg/Kg
FQ	Hg (Mercurio)	<0.01000	<0.05000	<0.0005	mg/Kg
FQ	K (Potasio)	<0.01	<0.05	12928.62	mg/Kg
FQ	Li (Litio)	<0.01000	<0.05000	0.13991	mg/Kg
FQ	Mg (Magnesio)	<0.20	<1.00	1207.02	mg/Kg
FQ	Mn (Manganeso)	<0.2000	<1.0000	8.6258	mg/Kg
FQ	Mo (Molibdeno)	<0.1000	<0.5000	0.2134	mg/Kg
FQ	Na (Sodio)	<0.01	<0.50	2291.91	mg/Kg
FQ	Ni (Niquel)	<0.1000	<0.5000	0.8952	mg/Kg
FQ	P (Fosforo)	<0.10	<0.50	2862.82	mg/Kg
FQ	Pb (Plomo)	<0.0100	<0.0500	0.0889	mg/Kg
FQ	Sb (Antimonio)	<0.1000	<0.5000	<0.0001	mg/Kg
FQ	Se (Selenio)	<0.1000	<0.5000	0.2194	mg/Kg
FQ	Si (Silicio)	<0.1	<0.5	136.95	mg/Kg
FQ	Sn (Estañio)	<0.1000	<0.5000	0.0237	mg/Kg
FQ	Sr (Estroncio)	<0.1000	<0.5000	5.1873	mg/Kg
FQ	Ti (Titanio)	<0.0500	<0.2500	1.9208	mg/Kg
FQ	Tl (Talio)	<0.05000	<0.25000	0.06758	mg/Kg
FQ	U (Uranio)	<0.05000	<0.25000	0.00534	mg/Kg
FQ	V (Vanadio)	<0.0500	<0.2500	0.0593	mg/Kg
FQ	Zn (Zinc)	<0.080	<0.200	<0.0001	mg/Kg

ABREVIATURAS:

mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: Digestion + EPA METHOD 6020 B, Rev. 2 2014 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

LC: Límite de cuantificación del método.

LD: Límite de detección del método.

Figura 107: Resultados de los micronutrientes del tratamiento F4.

INFORME DE ENSAYOS N° 1636- 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	TALLARINES (BASE SECA) M005	UNIDADES
FQ	Gluten	0.0	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Gluten : Lees, R. 1982. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Determinación Gluten (Bruto). G2. Pág 154. Editorial Acribia. 2da Edición Española. Zaragoza.

Análisis de Composición Proximal
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)

LAB	DETERMINACIÓN	TALLARINES (BASE SECA) M005	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	67.15	%
FQ	Cenizas	3.25	%
FQ	Energía	347.27	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	1.58	%
FQ	Grasa	0.43	%
FQ	Humedad	10.47	%
FQ	Proteína (F=6.25)	19.70	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje
Kcal/100g : Kilocalorías por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

Análisis de Composición Proximal (Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía) : Manual de Métodos para el Análisis de Alimentos

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 26/03/2024 al 04/04/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 05/04/2024



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Figura 108: Resultados de la composición proximal del tratamiento F5.

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	TALLARINES (BASE BECA)	UNIDADES
				M005	
FQ	Ag (Plata)	<0.08000	<0.20000	<0.00005	mg/Kg
FQ	Al (Aluminio)	<0.03	<0.10	34.25	mg/Kg
FQ	As (Arsénico)	<0.01000	<0.05000	0.02871	mg/Kg
FQ	B (Boro)	<0.100	<0.500	11.461	mg/Kg
FQ	Ba (Bario)	<0.030	<0.100	9.1804	mg/Kg
FQ	Be (Berilio)	<0.20000	<1.00000	0.00894	mg/Kg
FQ	Bi (Bismuto)	<0.1000	<0.50000	<0.0001	mg/Kg
FQ	Ca (Calcio)	<0.20	<1.00	678.91	mg/Kg
FQ	Cd (Cadmio)	<0.01000	<0.05000	0.01203	mg/Kg
FQ	Ce (Cerio)	<0.05000	<0.25000	0.10887	mg/Kg
FQ	Co (Cobalto)	<0.05000	<0.25000	0.08576	mg/Kg
FQ	Cr (Cromo)	<0.01000	<0.05000	0.61554	mg/Kg
FQ	Cs (Cesio)	<0.01000	<0.05000	0.16104	mg/Kg
FQ	Cu (Cobre)	<0.050	<0.250	3.332	mg/Kg
FQ	Fe (Hierro)	<0.30	<1.50	39.969	mg/Kg
FQ	Hg (Mercurio)	<0.01000	<0.05000	<0.0005	mg/Kg
FQ	K (Potasio)	<0.01	<0.05	13055.11	mg/Kg
FQ	Li (Litio)	<0.01000	<0.05000	0.17275	mg/Kg
FQ	Mg (Magnesio)	<0.20	<1.00	1032.54	mg/Kg
FQ	Mn (Manganeso)	<0.2000	<1.0000	7.5483	mg/Kg
FQ	Mo (Molibdeno)	<0.1000	<0.5000	0.1975	mg/Kg
FQ	Na (Sodio)	<0.01	<0.50	2437.82	mg/Kg
FQ	Ni (Niquel)	<0.1000	<0.5000	0.7249	mg/Kg
FQ	P (Fosforo)	<0.10	<0.50	2585.05	mg/Kg
FQ	Pb (Plomo)	<0.0100	<0.0500	0.1141	mg/Kg
FQ	Sb (Antimonio)	<0.1000	<0.5000	<0.0001	mg/Kg
FQ	Se (Selenio)	<0.1000	<0.5000	0.1883	mg/Kg
FQ	Si (Silicio)	<0.1	<0.5	159.36	mg/Kg
FQ	Sn (Estaño)	<0.1000	<0.5000	0.0123	mg/Kg
FQ	Sr (Estroncio)	<0.1000	<0.5000	5.3956	mg/Kg
FQ	Ti (Titanio)	<0.0500	<0.2500	1.6850	mg/Kg
FQ	Tl (Talio)	<0.05000	<0.25000	0.06880	mg/Kg
FQ	U (Uranio)	<0.05000	<0.25000	0.00462	mg/Kg
FQ	V (Vanadio)	<0.0500	<0.2500	0.0009	mg/Kg
FQ	Zn (Zinc)	<0.080	<0.200	18.203	mg/Kg

ABREVIATURAS:

mg/Kg : Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : Digestion + EPA METHODD 6020 B, Rev. 2 2014 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

LC: Límite de cuantificación del método.

LD: Límite de detección del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 02/12/2023 al 11/12/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/12/2023



Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Figura 109: Resultados de los micronutrientes del tratamiento F5.



RESULTADOS

Cusco 15 de Diciembre 2023 ^{RA37}

Solicitantes : Denisse Jessica Ccasa Pacompia
 Magaly Marianela Paricahua Quisocala
 Tipo de Análisis : Determinación Capacidad Antioxidante
 Métodos : Colorimétrico ABTS
 Muestras : Tallarin
 Cantidad de Muestra : 9 muestras
 Almacenamiento : 4 °C.

Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro

Equipo : Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón
 Longitud de Onda : 734 nm
 Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm
 Ecuación de la curva patrón : $y = 0.0422x + 0.0078$, $R^2 = 0.9946$

Tallarín	Repeticiones					Promedio		%
	1	2	3	4	5	TEAC CI50 mg/100gr	TEAC CI50 µmol/100gr	
1	777.768	782.221	808.856	846.313	793.337	801.7	3214.7	44.5
2	749.180	774.690	770.448	757.699	766.202	763.6	3062.0	44.9
3	869.003	858.787	854.689	838.229	852.637	854.7	3426.8	37.5
4	497.780	494.482	501.073	506.004	504.361	500.7	1999.0	54.2
5	508.582	527.436	524.308	507.002	505.421	514.5	2055.8	51.4
6	522.739	533.586	525.846	518.069	519.627	524.0	2093.5	50.1
7	614.267	592.886	591.342	597.505	594.427	598.1	2389.6	44.3
8	572.614	569.582	574.128	568.064	565.020	569.9	2276.9	45.8
9	579.003	574.401	571.324	568.238	566.693	571.9	2285.1	46.2

Nota:

Los resultados obtenidos en la determinación de actividad antioxidante expresa el Coeficiente de inhibición al 50% (CI₅₀ o IC₅₀) en miligramos, micromoles equivalentes Trolox que están presente en 100 gramos de muestra y el porcentaje de actividad antioxidante en el extracto obtenido, los valores bajos poseen mayor actividad antioxidante^{1,4}

Referencia consultada

- Matuszewska, A., Jaszek, M., Stefaniuk, D., Ciszewski, T., & Matuszewski, Ł. 2018. Anticancer, antioxidant, and antibacterial activities of low molecular weight bioactive subfractions isolated from cultures of wood degrading fungus *Cerrena unicolor*. PLOS ONE, 13(6), e0197044.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med. 1999 May;26(9-10):1231-7. doi: 10.1016/s0891-5849(98)00315-3.
- Rice-evans, C., & Miller, N.J. (1994). Total antioxidant status in plasma and body fluids. Methods in enzymology, 234, 279-93. [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(94\)34095-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(94)34095-1).
- Zhang, X., Yu, Y., Cen, Y., Yang, D., Qi, Z., Hou, Z., Han, S., Cai, Z., & Liu, K. (2018). Bivariate Correlation Analysis of the Chemometric Profiles of Chinese Wild *Salvia miltiorrhiza* Based on UPLC-Qqq-MS and Antioxidant Activities. Molecules, 23(3), 538.




 Quirico Jorge Choquenaira Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y
 Espectrometría – UNSAAC.
 CQP - 914

Figura 110: Resultados de la capacidad antioxidante de los formulaciones F3, F4 y F5.

ANEXO 24. Ficha de evaluación sensorial

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombres y Apellidos: _____
 Edad: _____ Fecha: ____/____/____

INSTRUCCIONES:

- Utilice el agua proporcionada para mejorar su paladar antes de probar cada muestra
- Observe y deguste las muestras, que se presentan
- Marque con una "X" para indicar cuánto te gusta la muestra, en la frase mas adecuada a continuación.

CÓDIGO: 398	Escala hedónica de 5 puntos				
Atributo	Me disgusta muchísimo	Me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta muchísimo
Apariencia general	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Olor	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Color	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Sabor	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Textura	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

Comentarios: _____

CÓDIGO: 496	Escala hedónica de 5 puntos				
Atributo	Me disgusta muchísimo	Me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta muchísimo
Apariencia general	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Olor	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Color	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Sabor	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Textura	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

Comentarios: _____

CÓDIGO: 560	Escala hedónica de 5 puntos				
Atributo	Me disgusta muchísimo	Me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta muchísimo
Apariencia general	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Olor	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Color	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Sabor	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Textura	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

Comentarios: _____

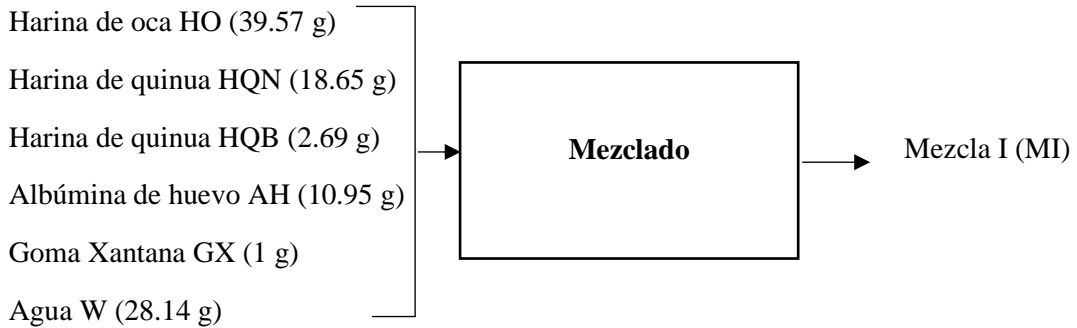
GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

Figura 111: Ficha de evaluación sensorial

ANEXO 25. BALANCE DE MATERIA

Balance de materia de la pasta tipo tallarin (F4)

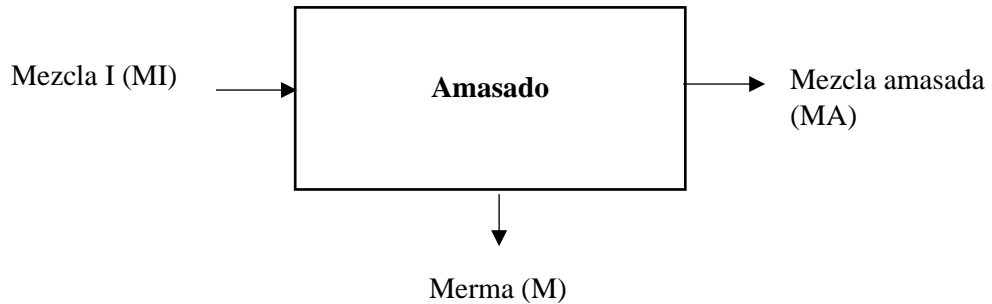
Proceso de mezclado



Balance de masa:

$$\begin{aligned}HO + HQN + HQB + AH + GX + W &= MI \\39.57 \text{ g} + 18.65 \text{ g} + 2.69 \text{ g} + 10.95 \text{ g} + 1 \text{ g} + 28.14 \text{ g} &= MI \\101 \text{ g} &= MI\end{aligned}$$

Proceso de amasado



Balance de masa

$$\begin{aligned}MI &= MA + M \\101 \text{ g} &= MA + 1 \text{ g} \\100 \text{ g} &= MA\end{aligned}$$

Balance parcial de masa para agua

$$\begin{aligned}39.57 (0.082) + 18.65 (0.087) + 2.69 (0.125) + 10.95 (0.06) + 28.14 (1) + 1 (0) &= 101 \text{ g} \\(x1) \\34.001 &= 101 (x1) \\X1 &= 0.34\end{aligned}$$

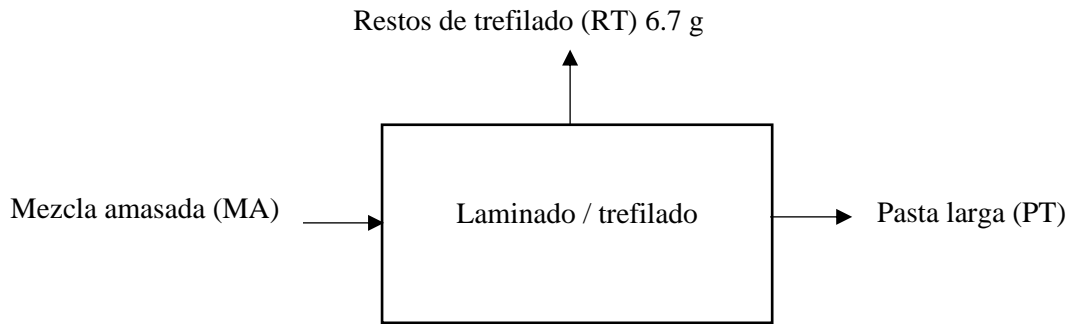
Balance parcial de masa para sólidos

$$39.57 (0.918) + 18.65 (0.913) + 2.69 (0.875) + 10.95 (0.94) + 28.14 (0) + 1 (0) = 101 \text{ g} \\ (\times 2) + 1 \text{g}$$

$$66.999 \text{g} = 101 \text{ g} (\times 2)$$

$$X2 = 0.663$$

Proceso de laminado y trefilado



Balance de materia

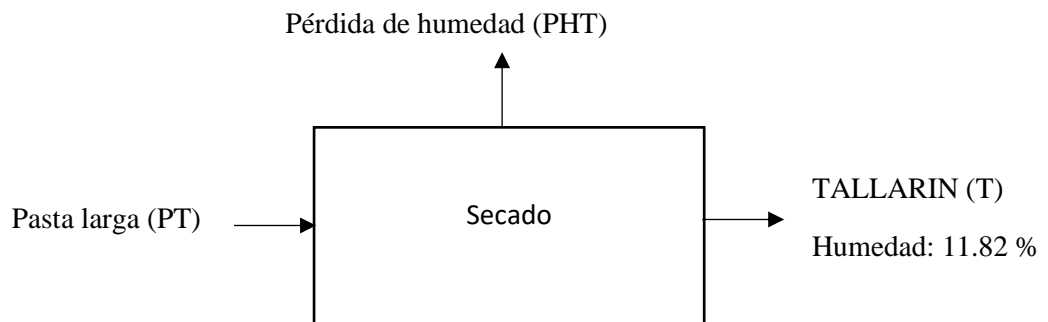
$$MA - RT = PT$$

$$100 \text{ g} - 6.7 \text{ g} = PT$$

$$93.3 \text{ g} = PT$$

En el proceso de trefilado hay una pérdida de masa de debido a que se considera la longitud de una pasta comercial.

Proceso de secado



Balance de materia

$$PT - PHT = T$$

$$93.3 \text{ g} - PHT = 76.40 \text{ g}$$

$$16.9 \text{ g} = PHT$$

ANEXO 26. BALANCE DE ENERGÍA

Determinación del calor específico de los tallarines

$$C_p = 1.424X_C + 1.549X_P + 1.675X_G + 0.837X_M + 4.187X_W$$

Donde:

C_p : calor específico

X_C : fracción de carbohidrato

X_P : fracción de proteína

X_G : fracción de grasa

X_M : fracción de mineral

X_W : fracción de agua

$$C_p = 1.424(0.671) + 1.549(0.1911) + 1.675(0.0049) + 0.837(0.0326) + 4.187(0.1004)$$

$$C_p = 1.7074 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

Calor específico del tallarin de la formulación F4

PROCESO DE MEZCLADO

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)^\circ\text{C}$$

$$Q = 0.1 \text{ Kg} \cdot 1.7074 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \cdot (28 - 13)^\circ\text{C}$$

$$Q = 2.56 \text{ Kcal}$$

PROCESO DE AMASADO Y LAMINADO

$$Q = hA(T_x - T)$$

A = superficie externa de un sólido que es calentado por convección

T_x = temperatura del medio calefactor

T = temperatura de la superficie del sólido

h = coeficiente de transferencia superficial de calor ($4 \text{ Wm}^2\text{k}$)

$$Q = (4 \text{ Wm}^2\text{k})(0.1320 \text{ m}^2)(28 - 0)^\circ\text{C}$$

$$Q = 14784 \text{ KJ}$$

$$Q=-AdT/dx$$

Donde:

Q=conductividad térmica

dx=superficie de la masa en contacto con el gancho de mezclado

dT=diferencia ed temperaturas entre la temperatura final y la inicial del mezclado de la masa

A= superficie

$$Q=-0.1320m^2 (28-0^{\circ}C)/1.518m^2$$

$$Q=-2.4348KJ$$

En este proceso de amasado se presencia transferencia de calor por conveccion y conducción

PROCESO DE SECADO

$$Q=m*Cp*(T2-T1^{\circ}C)$$

$$Q=0.0933Kg*1.7074 Kcal/Kg^{\circ}C*(30-20^{\circ}C)$$

$$Q=1.593 Kcal$$

ANEXO 27. ANÁLISIS DE GLUTEN EN TALLARINES



INFORME DE ENSAYOS Nº 1635- 2024 PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	TALLARINES (BASE SECA) M003	UNIDADES
FQ	Gluten	0.0	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Gluten : Lees, R. 1982. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Determinación Gluten (Bruto), G2. Pág 154. Editorial Acribia. 2da Edición Española. Zaragoza.

BIHOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

Figura 112: Resultado de analisis de gluten en el tratamiento F3.



INFORME DE ENSAYOS Nº 1637- 2024 PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	TALLARINES (BASE SECA) M004	UNIDADES
FQ	Gluten	0.0	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Gluten : Lees, R. 1982. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Determinación Gluten (Bruto), G2. Pág 154. Editorial Acribia. 2da Edición Española. Zaragoza.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 26/03/2024 al 04/04/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 05/04/2024


 Miguel Valdivia Martínez
 Gerente Técnico

Fin del Informe

BIHOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

Figura 113: Resultado de analisis de gluten en el tratamiento F4.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	TALLARINES (BASE SECA) M005	UNIDADES
FQ	Gluten	0.0	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Gluten : Lees, R. 1982. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Determinación Gluten (Bruto), G2. Pág 154. Editorial Acribia. 2da Edición Española. Zaragoza.

Figura 114: Resultado de analisis de gluten en el tratamiento F5.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

"Universidad Pública de Calidad"