

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA

AGROINDUSTRIAL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Características tecnológicas y sensoriales en bizcochos con adición de
harina de tocosh (*Solárium tuberosum*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*)”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

AUTORA:

Bach. Quineche Adrian, Ursula Susana

ASESOR:

Dra. Paucar Menacho, Luz María

NUEVO CHIMBOTE-PERU

2023-06-23

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadro dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

CARACTERISTICAS TECNOLÓGICAS Y SENSORIALES EN BIZCOCHOS CON
ADICIÓN DE HARINA DE TOCOSH (*Solárium tuberosum*) Y TARWI (*Lupinus*
mutabilis)

AUTORA:

Bach. Ursula Susana Quineche Adrian

Dra. Luz Maria Paucar Menacho
Asesor

DNI: 08099817

Código ORCID: 0000-0001-5349-6167

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



HOJA DE AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado: “**CARACTERISTICAS TECNOLÓGICAS Y SENSORIALES EN BIZCOCHOS CON ADICIÓN DE HARINA DE TOCOSH (*Solárium tuberosum*) Y TARWI (*Lupinus mutabilis*)**” para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por el bachiller, **URSULA SUSANA QUINECHE ADRIAN**, que tiene como asesor a la DRA. LUZ MARÍA PAUCAR MENACHO designado por la resolución N°199-2020-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 23 de Junio del 2023, por el siguiente jurado evaluador designado mediante la resolución N°.311-2023-UNS-CFI.


Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta
PRESIDENTE

DNI: 17859760
Código ORCID: 0000-0003-3214-2698



Dr. César Moreno Rojo
SECRETARIO

DNI: 32907242
Código ORCID: 0000-0002-7143-4450



Dra. Luz Maria Paucar Menacho
INTEGRANTE

DNI: 08099817
Código ORCID: 0000-0001-5349-6167

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 09:00 horas del día veinte y tres de junio del dos mil veintitrés, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 311-2023-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta** (Presidente)
- **Dr. César Moreno Rojo** (Secretario)
- **Dra. Luz Maria Paucar Menacho** (Integrante)
- **Ing. Máximo Vicente Carranza Varas** (Accesitario)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis:

“CARACTERISICAS TECNOLÓGICAS Y SENSORIALES EN BIZCOCHOS CON ADICIÓN DE HARINA DE TOCOSH (*Solarium tuberosum*) Y TARWI (*Lupinus mutabilis*)”, elaborado por la bachiller en Ingeniería Agroindustrial.

- **QUINECHE ADRIAN URSULA SUSANA**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dra. Luz María Paucar Menacho**

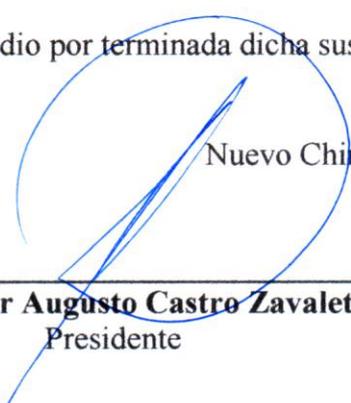
Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
QUINECHE ADRIAN URSULA SUSANA	18	BUENO

Siendo las 12:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 23 de junio del 2023.



Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta
Presidente



Dr. César Moreno Rojo
Secretario



Dra. Luz Maria Paucar Menacho
Integrante



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Ursula Susana Quineche Adrian
Título del ejercicio: TRABAJOS 2022
Título de la entrega: "Características tecnológicas y sensoriales en bizcochos con ...
Nombre del archivo: TESIS-_QUINECHE_ADRIAN_URSULA_1_-_copia.docx
Tamaño del archivo: 25.42M
Total páginas: 248
Total de palabras: 45,120
Total de caracteres: 228,799
Fecha de entrega: 03-jul.-2023 10:24a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2126052401

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
AGROINDUSTRIAL



"Características tecnológicas y sensoriales en bizcochos con adición de
harina de tocosh (*Solárium tuberosum*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*)"

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTORA:

Bach. Quineche Adrian, Ursula Susana

ASESOR:

Dra. Paucar Menacho, Luz María

NUEVO CHIMBOTE-PERU

2023-06-23

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, que me brindo salud y fuerza en estos tiempos difíciles que hemos pasado y así poder seguir cumpliendo mis metas y objetivos.

A mis padres Verónica y Manuel, que sin su esfuerzo y confianza que siempre han puesto en mí, no hubiera llegado hasta donde estoy, por sus consejos y enseñanzas que día a día me dan.

A mis queridos abuelos, que me enseñaron lo que es la perseverancia y la paciencia, gracias por su amor, confianza y cariño que siempre me brindan.

A mí querida hermana Mónica, por el apoyo que me a brindado a lo largo de este trabajo como a lo largo del tiempo que llevamos juntas, por hacerme reír en los momentos más difíciles y cansados que he pasado, gracias por ser mi compañera de travesuras y aventuras.

Un pequeño pero menos importante agradecimiento a mis amigos Alicia, Angie y Jorge, que siempre estuvieron apoyándome y mostrarme su amistad incondicional, así como también a mi prima querida Brenda, que a pesar de la distancia sé que siempre puedo contar con ella.

Ursula Quineche Adrian

AGRADECIMIENTO

Agradecerle a Dios, por brindarme salud y fuerza a mí y a mi familia en tiempos difíciles de pandemia que hemos afrontado, y por siempre estar a mi lado y no darme por vencida para poder seguir adelante y así poder cumplir con mis metas y objetivos planteados.

A mis padres y amigos cercanos que siempre estuvieron dándome ánimos y apoyándome en lo que necesite, por enseñarme a ser perseverante y no rendirme ante los obstáculos, por el esfuerzo que han hecho porque sin ellos no habría sido posible que culminara este investigación.

A mi asesora de este trabajo, Dra. Luz Maria Paucar Menacho por su apoyo y por brindarme consejos para poder culminar con éxito este trabajo de investigación.

A los docentes de la escuela de Agroindustria, que contribuyeron en mi formación profesional y persona, haciendo que estos 5 años de carrera sea enriquecedora y motivadora.

A los ingenieros Lenin Palacios, Jhon Gonzales, Pedro Ayala, Korey Paredes, Melissa y William Lopez, quienes contribuyeron en esta investigación, brindando consejos, apoyo así como su disposición de tiempo.

Ursula Quineche Adrian

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCION.....	24
II. MARCO TEÓRICO	27
2.1. Trigo.....	27
2.1.1. Taxonomía.....	27
2.1.2. Morfología.....	27
2.1.3. Composición nutricional del trigo.....	28
2.1.4. Harina de trigo.....	29
2.2. Tocosh de papa.....	31
2.2.1. Generalidades del tocosh de papa.....	31
2.2.2. Composición proximal del tocosh de papa.....	31
2.2.3. Uno de la harina de tocosh en la industria alimentaria.....	32
2.3. Tarwi.....	33
2.3.1. Generalidades del tarwi.....	33
2.3.2. Composición química del tarwi.....	34
2.3.3. Harina de tarwi.....	36
2.3.4. Usos de la harina de tarwi en la industria alimentaria.....	37
2.4. Bizcocho.....	38
2.4.1. Generalidades del bizcocho.....	38
2.4.2. Tipos de bizcochos.....	39
2.4.3. Requerimientos para el consumo de los bizcochos.....	40
III. MATERIALES Y METODOS.....	42
3.1. Lugar de ejecución.....	42
3.2. Materiales y equipos.....	43
3.2.1. Materia prima.....	43
3.2.2. Insumos.....	43

3.2.3.	Equipos	43
3.2.4.	Reactivos	45
3.2.5.	Materiales de vidrio y otros	46
3.3.	Metodología de análisis	47
3.3.1.	Diagrama de flujo experimental del proceso de obtención de harinas 47	
3.3.2.	Proceso de obtención de los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	49
3.3.3.	Descripción de las etapas del proceso de obtención de las harinas	50
3.3.4.	Descripción de las etapas del proceso de obtención de los bizcochos	53
3.3.5.	Método de caracterización de la materia prima	54
3.3.6.	Diseño experimental	55
3.3.7.	Metodología de caracterización del producto final	57
3.3.8.	Elección de la formulación óptima	60
3.3.9.	Caracterización de composición química proximal de la formulación óptima.	60
3.3.10.	Vida útil de la formulación óptima y control	60
3.3.11.	Análisis microbiológico	61
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	61
4.1.	Determinación de la composición química proximal de las harinas de trigo, tocosh y tarwi	61
4.1.1.	Harina de trigo	61
4.1.2.	Harina de tocosh	64
4.1.3.	Harina de tarwi	68
4.2.	Evaluación de los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por tocosh y tarwi	71
4.2.1.	Evaluación funcional de los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por tocosh y tarwi	71

4.2.2.	Evaluación tecnológica de los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	81
4.2.3.	Análisis sensorial	145
4.3.	Elección de la formulación óptima	163
4.4.	Caracterización de la composición química proximal y microbiológica de la formulación óptima.....	166
4.4.1.	Composición química proximal de la formulación óptima de bizcochos	166
4.4.2.	Análisis microbiológico de mohos y levaduras de la formulación óptima de bizcochos	170
4.5.	Vida útil de la formulación óptima y control	171
4.5.1.	Determinación de vida útil por evaluación sensorial	172
4.5.2.	Determinación de la vida útil por análisis fisicoquímico	177
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	180
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	181
VII.	ANEXOS	192

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales componentes del salvado y germen de trigo.....	29
Tabla 2: Principales minerales en el grano de trigo.....	29
Tabla 3: Principales componentes de la harina de trigo	30
Tabla 4: Composición proximal del tocosh y harina de tocosh	32
Tabla 5: Análisis proximal de diferentes productos elaborados con tocosh	33
Tabla 6: Composición proximal /g/100gr en base seca) en semillas <i>Lupinus mutabilis</i>	34
Tabla 7: Composición química proximal del tarwi	35
Tabla 8: Composición química proximal de las semillas de tarwi amargado y descargado	35
Tabla 9: Composición químico de la harina de tarwi.....	36
Tabla 10: Análisis proximal de diferentes productos elaborados a base de tarwi.....	38
Tabla 11: Requerimientos fisicoquímicos de los bizcochos	40
Tabla 12: Requerimientos microbiológicos de los bizcochos	40
Tabla 13: Niveles de las variables independientes del diseño experimental (DCCR) 2^2 , incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central.....	56
Tabla 14: Variables dependientes del delineamiento experimental (DCCR) 2^2	56
Tabla 15: Matriz experimental del Diseño Central Compuesto Rotacional (DCCR) 2^2 57	
Tabla 16: Composición químico proximal de la harina de trigo	61
Tabla 17: Determinación de la colorimetría de la harina de trigo	62
Tabla 18: Parámetros granulométricos de la harina de trigo.....	64
Tabla 19: Composición químico proximal de la harina de tocosh.....	65
Tabla 20: Determinación colorimétrica de la harina de tocosh.....	66
Tabla 21: Parámetros granulométricos de la harina de tocosh.....	67
Tabla 22: Composición químico proximal de la harina de tarwi	68
Tabla 23: Determinación colorimétrica de la harina de tarwi	69
Tabla 24: Parámetros granulométricos de la harina de tarwi	70
Tabla 25: Porcentaje de proteína presente en los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	72
Tabla 26: Análisis de varianza para el contenido de proteína (%) de bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	76

Tabla 27: Coeficiente de regresión para proteína en bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	78
Tabla 28: Niveles bajos, altos y óptimo de las harinas de tocosh y tarwi.	80
Tabla 29: Dureza (N) del bizcocho control y de los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	82
Tabla 30: Análisis de varianza para el parámetro textura-dureza de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	85
Tabla 31: Coeficiente de regresión para el parámetro textural-dureza en bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	89
Tabla 32: Nivel optima de dureza que debe presentar el bizcocho	91
Tabla 33: Color instrumental de la corteza y migas e bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	93
Tabla 34: Valores de luminosidad en la corteza de los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	94
Tabla 35: Análisis de varianza para los valores de Luminosidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	97
Tabla 36: Cromaticidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	99
Tabla 37: Análisis de varianza para el valor de Cromacidad de la corteza de bizcochos elaborados con la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	102
Tabla 38: Angulo de tonalidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	103
Tabla 39: Análisis de varianza para los valores de ángulo de tonalidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	106
Tabla 40: Valores de Luminosidad presenta en la miga de los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	107
Tabla 41: Análisis de varianza para los valores de Luminosidad en migas de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	111
Tabla 42: Coeficiente de regresión para el parámetro de color- Luminosidad que presentan la miga de los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	114
Tabla 43: Niveles, bajo, alto y óptimo de las harinas de tocosh y tarwi	116
Tabla 44: Cromacidad presentes en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	117

Tabla 45: Análisis de varianza para el valor de Cromacidad de la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	120
Tabla 46: Coeficiente de regresión para Cromacidad en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	124
Tabla 47: Niveles bajo, alto y óptimo de las harinas de tocosh y tarwi.	126
Tabla 48: Ángulo de tonalidad de la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	127
Tabla 49: Análisis de varianza para los valores de ángulo de tonalidad presente en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	130
Tabla 50: Coeficiente de regresión para ángulo de tonalidad en miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	133
Tabla 51: Niveles bajo, alto y óptimo de las harinas de tocosh y tarwi.	135
Tabla 52: Volumen específico (cm ³ /g) de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	136
Tabla 53: Análisis de varianza para el volumen específico (cm ³ /g) de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	139
Tabla 54: Coeficiente de regresión para el volumen específico de bizcochos con adición de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	143
Tabla 55: Niveles bajo, alto y óptimo de las harinas de tocosh y tarwi.	145
Tabla 56: Valores promedios de puntuación para el atributo sensorial color para los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	146
Tabla 57: Análisis de varianza para el atributo sensorial color de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	147
Tabla 58: Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para el atributo sensorial color de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	148
Tabla 59: Valores promedios de puntuación para el atributo sensorial olor para los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	150
Tabla 60: Análisis de varianza para el atributo sensorial olor de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	151
Tabla 61: Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para el atributo sensorial olor de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	152
Tabla 62: Valores promedios de puntuación para el atributo sensorial sabor para los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	154

Tabla 63: Análisis de varianza para el atributo sensorial sabor de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	155
Tabla 64: Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para el atributo sensorial sabor de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	156
Tabla 65: Valores promedios de puntuación para el atributo sensorial textura para los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	158
Tabla 66: Valores promedios de puntuación para el atributo sensorial textura para los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	159
Tabla 67: Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para el atributo sensorial textura de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	161
Tabla 68: Deseabilidad baja, alta y criterios de optimización de respuesta múltiple para la formulación óptima de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harin de tocosh y tarwi.	164
Tabla 69: Deseabilidad prevista y observada en cada formulación de acuerdo a los criterios de optimización de cada variable de respuesta.....	165
Tabla 70: Niveles bajo, alto y óptimo del % de harina de tocosh y tarwi para la optimización deseabilidad.	166
Tabla 71: Composición química proximal del bizcocho óptimo y el control.	167
Tabla 72: Análisis de mohos y levaduras del bizcocho óptimo y control.....	170
Tabla 73: Requerimientos microbiológico de los bizcochos.....	171
Tabla 74: % Humedad del bizcocho óptimo y control durante 8 días de almacenamiento.	177
Tabla 75: % Acidez del bizcocho óptimo y control durante 8 días de almacenamiento.	179
Tabla 76: Factores de conversión de proteína usados para convertir nitrógeno a proteína.	203
Tabla 77: Datos para la obtención de la vida útil.	220
Tabla 78: Suma de cuadrados de error experimental.	221
Tabla 79: Valores de $d\alpha$	222
Tabla 80: Intervalo de confianza inferior (LCI) y superior (LCS).....	223
Tabla 81: Datos para la obtención de la vida útil.	224
Tabla 82: Suma de cuadrados de error experimental.	225
Tabla 83: Valores de $d\alpha$	226
Tabla 84: Intervalo de confianza inferior (LCI) y superior (LCS).....	227

Tabla 85: Datos para la obtención de la vida útil.	228
Tabla 86: Suma de cuadrados de error experimental.	229
Tabla 87: Valores de $d\alpha$	230
Tabla 88: Intervalo de confianza inferior (LCI) y superior (LCS).....	231
Tabla 89: Datos para la obtención de la vida útil.	232
Tabla 90: Suma de cuadrados de error experimental.	233
Tabla 91: Valores de $d\alpha$	234
Tabla 92: Intervalo de confianza inferior (LCI) y superior (LCS).....	235
Tabla 93: Datos para la obtención de la vida útil.	236
Tabla 94: Suma de cuadrados de error experimental.	237
Tabla 95: Valores de $d\alpha$	238
Tabla 96: Intervalo de confianza inferior (LCI) y superior (LCS).....	239

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo para la obtención de harina de tocosh.....	47
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de obtención de la harina de tarwi.....	48
Figura 3. Diagrama de proceso de elaboración del bizcocho.....	50
Figura 4: Ficha de evaluación sensorial	59
Figura 5: Porcentaje de proteína presente en los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	73
Figura 6: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de las variables independientes en el contenido de proteína de los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de la harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	75
Figura 7: Grafica de efectos principales para proteína (%) de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	77
Figura 8: Grafica de interacción para proteína (%) de los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	78
Figura 9: Grafico de superficie de respuesta para el contenido de proteína en bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	79
Figura 10: Grafico de contornos de superficie de respuesta de proteína en bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	80
Figura 11: Parámetro de textura-dureza (N) de bizcochos elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	83
Figura 12: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de las variables independientes para el parámetro textural-dureza (N) de bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	84
Figura 13: Grafica de efectos principales para el parámetro de textura- dureza en bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	87
Figura 14: Grafico de interacción para el parámetro textural-dureza de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	88
Figura 15: Grafico de superficie de respuesta para el parámetro textural-dureza de bizcochos elaborados con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	90
Figura 16: Grafico de contorno para el parámetro textural-dureza de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	90

Figura 17: Luminosidad de la corteza de bizcochos elaborados a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	95
Figura 18: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la variable independiente Luminosidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	96
Figura 19: Cromaticidad de la corteza presente en los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	100
Figura 20: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de las variables independientes en los valores de cromaticidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	101
Figura 21: Ángulo de tonalidad de la corteza presente en los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	104
Figura 22: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de las variables independientes en el contenido de ángulo de tonalidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	105
Figura 23: Luminosidad presente en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	108
Figura 24: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de los valores de Luminosidad que presentan las migas de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	110
Figura 25: Grafica de Efectos principales para Luminosidad de la miga de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	113
Figura 26: Grafica de interacción de Luminosidad de las migas de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	113
Figura 27: Grafica de superficie de respuesta para el parámetro de color- Luminosidad de la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.....	115
Figura 28: Grafica de contorno de la superficie de respuesta para el parámetro de color- Luminosidad de la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	115
Figura 29: Cromacidad de la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi	118

Figura 30: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados del parámetro de color- Cromaticidad de la miga de bizcochos de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	119
Figura 31: Grafica de efectos principales para el parámetro de color- Cromaticidad que presenta la miga de los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	122
Figura 32: Grafica de interacción para el parámetro de color- Cromaticidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	123
Figura 33: Grafico de Superficie de respuesta para los valores de Cromaticidad en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	125
Figura 34: Grafica de contornos de la superficie de respuesta para el valor de Cromaticidad presente en la miga de los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	125
Figura 35: Ángulo de tonalidad presente en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	128
Figura 36: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de los valores independientes en el contenido de ángulo de tonalidad de la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	129
Figura 37: Grafica de efectos Principales para ángulo de tonalidad presente en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	132
Figura 38: Grafica de efectos principales para el ángulo de tonalidad que presenta la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	132
Figura 39: Grafica de superficie de respuesta para el ángulo de tonalidad en migas de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	134
Figura 40: Gráfico de contornos de la superficie de respuesta para los valores de ángulo de tonalidad en migas de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	134
Figura 41: Volumen específico (cm^3/g) de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	137
Figura 42: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de las variables independientes en el Volumen específico de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	138
Figura 43: Grafica de efectos principales para el volumen específico de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	141

Figura 44: Grafica de interacción para el volumen específico de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	142
Figura 45: Grafico de superficie de respuesta para el valor de volumen específico en bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	144
Figura 46: Grafico de contorno de la superficie de respuesta para el volumen específico de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	144
Figura 47: Medias y prueba de Tukey HSD para el atributo sensorial color en bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	149
Figura 48: Medias y prueba de Tukey HSD para el atributo sensorial olor en bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	153
Figura 49: Medias y prueba de Tukey HSD para el atributo sensorial sabor en bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	157
Figura 50: Medias y prueba de Tukey HSD para el atributo sensorial de textura en bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.	162
Figura 51: Grafica de regresión lineal de la vida útil del bizcocho óptimo para el atributo sensorial color.	173
Figura 52: Grafica de regresión lineal de la vida útil del bizcocho óptimo para el atributo sensorial olor.	174
Figura 53: Grafica de regresión lineal de la vida útil del bizcocho óptimo para el atributo sensorial forma.	175
Figura 54: Grafica de regresión lineal de la vida útil del bizcocho óptimo para el atributo sensorial sabor.	176
Figura 55: Grafica de regresión lineal de la vida útil del bizcocho óptimo para el atributo sensorial textura.	177
Figura 56: Variación del % de Humedad del bizcocho óptimo y control durante el tiempo de almacenamiento.	178
Figura 57: Variación del % acidez en el bizcocho control y optimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.	179
Figura 58: Diagrama de flujo del balance de materia prima para la obtención de harina de tocosh.	192
Figura 59: Diagrama de flujo del balance de materia prima para la obtención de harina de tarwi.	193
Figura 60: Recepción del tocosh de papa.	194
Figura 61: Oreado.	194

Figura 62: Tocosh de papa secado	194
Figura 63: Molienda	194
Figura 64: Harina de tocosh	194
Figura 65: Tamizado de la harina de tocosh	194
Figura 66: Recepción del tarwi y pesado	195
Figura 67: Secado del tarwi.....	195
Figura 68: Molienda	195
Figura 69: Harina de tarwi	195
Figura 70: Recepción y pesado de los ingredientes	196
Figura 71: Mezclado de los ingredientes secos	196
Figura 72: Mezclado de los ingredientes secos con los húmedos	196
Figura 73: Amasado	196
Figura 74: Boleado	196
Figura 75: Fermentado	196
Figura 76: Horneado	197
Figura 77: Enfriado	197
Figura 78: Rotulado.....	197
Figura 79: Almacenamiento	197
Figura 80: Diagrama de flujo de la determinación de contenido de humedad.....	198
<i>Figura 81:</i> Pesado de 5g de muestra	199
<i>Figura 82:</i> Deshidratado en estufa a 110°C por 2hr	199
Figura 83: Enfriado en campana desecadora durante 5 min.	199
Figura 84: Pesado de la muestra seca.....	199
Figura 85: Diagrama de flujo de la primera eta para la obtención de proteínas.	200
Figura 86: Diagrama de flujo de la etapa de destilación para la determinación de proteína.	201
Figura 87: Diagrama de flujo de la etapa de titulación para la determinación de proteínas.	202
Figura 88: Diagrama de flujo de la obtención de grasa.....	204
Figura 89: Equipo Soxhlet utilizado para la extracción de grasa de las muestras	205
Figura 90: Vasos con el contenido de aceite.	205
Figura 91: Diagrama de flujo de la determinación de cenizas.	206
Figura 92: Pesado del crisol	207
Figura 93: Incineración de muestras en mufla	207

Figura 94: Diagrama de flujo de la determinación de fibra dietética total.....	208
Figura 95: Pesado de los crisoles junto con el 0.5g de celite, para ser luego secado en la estufa.....	210
Figura 96: Pesado de 1g de muestra desgrasa y adición de 50 ml de buffer fosfato ..	210
Figura 97: Incorporación de 50 µl de enzima α amilasa a cada frasco	210
Figura 98: Incubación a baño maría a 80°C por 30 min.	210
Figura 99: Medición del ajuste de ph a 7.5 con NaOH y adición de 100µl de enzima.	210
Figura 100: Incubación a baño maría a 60°C por 30 min.	210
Figura 101: Enfriado con agua y medición de pH y ajuste de con HCl.....	211
Figura 102: Incorporación de 200 µl de enzima amiloglucosidasa.....	211
Figura 103: Incubación a baño maría de las muestras a 60°C por 30 min con alcohol de 96°.....	211
Figura 104: Adición de 280 ml de alcohol a 60°C y reposo por 1 hr.	211
Figura 105: Humedecer el céelite con alcohol de 78° previo al montaje del equipo....	211
Figura 106: Luego del montaje pasa al proceso de filtración para lo cual se aplica presión y succión.....	211
Figura 107: <i>El residuo es lavado con alcohol de 78° y 96° y finalmente con acetona</i>	212
Figura 108: <i>Los crisoles con los residuos fueron secados en la estufa a 105°C por 12h.</i>	212
Figura 109: <i>Las muestras secas fueron incineradas a 550°C por 4hr, para luego ser pesadas</i>	212
Figura 110: <i>La muestra incinerada fue pesado para determinar la FDT</i>	212
Figura 111: Diagrama de flujo para la determinación de color.....	213
Figura 112: Colorímetro.....	213
Figura 113: Medición del color de la muestra, en el caso de los bizcocho se midió el color de la corteza y miga.....	213
Figura 114: Pesa de 10g de la muestra.....	215
Figura 115: <i>Adición de agua destilada y agitar</i>	215
Figura 116: Agregar fenolftaleína y titulación con NaOH.....	215
Figura 117: Diagrama de flujo de determinación de granulometría	216
Figura 118: Pesado de los tamices	216
Figura 119: Montaje	216
Figura 120: Agregado de la muestra	216

Figura 121: Diagrama de flujo para la determinación de la textura instrumental.....	217
Figura 122: Medición de la dureza.....	217
Figura 123: Programar	217
Figura 124: Medición	217
Figura 125: Pesado del bizcocho y aforado del alpiste	219
Figura 126: Vaciado del alpiste al recipiente	219
Figura 127: Adición del bizcocho en el recipiente con alpistes.....	219
Figura 128: Se afora con el alpiste el recipiente con el bizcocho	219
Figura 129: Medición del volumen del exceso de alpiste	219
Figura 130: Grafica de tendencia del análisis sensorial color del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.	221
Figura 131: Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial color del bizcocho optimo durante8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.....	223
Figura 132: Grafica de tendencia del análisis sensorial olor del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.	225
Figura 133: Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial olor del bizcocho optimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.....	227
Figura 134: Grafica de tendencia del análisis sensorial sabor del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.	229
Figura 135: Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial sabor del bizcocho optimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.....	231
Figura 136: Grafica de tendencia del análisis sensorial forma del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.	233
Figura 137: Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial forma del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.....	235
Figura 138: Grafica de tendencia del análisis sensorial textura del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.	237
Figura 139: Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial textura del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.....	239
Figura 140: Alistando cada una de las 11 formulaciones que serán repartidas a los panelistas.	243
Figura 141: Presentación y codificación de cada una de las formulaciones de bizcochos.	243
Figura 142: Explicación de la ficha sensorial.	243

Figura 143: Ejecución del análisis sensorial	243
Figura 144: Formulaci3n control.....	244
Figura 145: Formulaci3n 1.....	244
Figura 146: Formulaci3n 2.....	244
Figura 147: Formulaci3n 3.....	244
Figura 148: Formulaci3n 4.....	244
Figura 149: Formulaci3n 5.....	244
Figura 150: Formulaci3n 6.....	245
Figura 151: Formulaci3n 7.....	245
Figura 152: Formulaci3n 8.....	245
Figura 153: Formulaci3n 9.....	245
Figura 154: Formulaci3n 10.....	245
Figura 155: Formulaci3n 11.....	245

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Balance de materia para la obtención de harina de tocosh.....	192
ANEXO 2. Balance de materia para la obtención de harina de tarwi.....	193
ANEXO 3. Proceso de obtención de la harina de tocosh.....	194
ANEXO 4: Proceso de obtención de la harina de tarwi.....	195
ANEXO 5: Proceso de elaboración del bizcocho con adición parcial de harina de tocosh y tarwi.....	196
ANEXO 6. Determinación del contenido de Humedad (Método de la estufa, A.O.A.C., 1990) tanto para las harinas de trigo, tocosh y tarwi como para los bizcochos.....	198
ANEXO 7: Determinación del contenido de Proteína (Método Kjeldahl, A.O.A.C., 2001.11, 2012) para las harinas de tocosh y tarwi y para las muestras de bizcochos. .	200
ANEXO 8: Determinación del contenido de grasa para las harinas de trigo, tocosh y tarwi, así como para los bizcochos (Método Soxhlet, A.O.A.C., 963.15, 2005).....	204
ANEXO 9: Determinación del contenido de cenizas para las harinas de trigo, tocosh y tarwi así como para los bizcochos	206
ANEXO 10: Determinación de fibra dietética total para el bizcocho optimo (Método enzimático- gravimétrico, A.O.A.C. 985.29, 2016).	208
ANEXO 11: Determinación de Color para las harinas de trigo, tocosh y tarwi, así como para los bizcochos.....	213
ANEXO 12: Determinación de acidez en bizcochos (N.T.P. 206.013, 1981).	214
ANEXO 13: Determinación de Granulometría para las harinas de trigo, tocosh y tarwi. (Método A.O.A.C. 965.22, 1982).....	216
ANEXO 14: Determinación de textura en bizcochos.....	217
ANEXO 15: Determinación de volumen específico de los bizcochos.....	218
ANEXO 16. Vida útil.....	220

ANEXO 17: Análisis de proteína realizada a las harinas de tarwi y tocosh realizadas en el laboratorio COLECBI.....	240
ANEXO 18: Análisis de proteína realizadas a las 11 muestras de bizcocho en el laboratorio COLECBI.	241
ANEXO 19: Análisis de proteína y mohos realizadas al bizcocho optimo y control en el laboratorio COLECBI.	242
ANEXO 20: Análisis sensorial de las 11 formulaciones de bizcochos.....	243
ANEXO 21: Formulación realizada de los bizcochos	244

RESUMEN

Los bizcochos son considerados como unos de los productos de panadería más populares no solo por sus características físicas sino también por su aceptación por parte de los consumidores. El objetivo de este estudio es determinar las características tecnológicas y sensoriales en bizcochos con adición de harina de tocosh (HT) y tarwi (HTa). Para lo cual se empleó un diseño de Superficie de Respuesta tipo DCCR 2^2 con adiciones de HT de 2%-8% y HTa de 2%-5%. Teniendo como resultados que sus características funcionales fueron significativas ($p < 0.05$), obteniendo que la F5 (2% HT y 4% HTa) es la que obtuvo un mayor valor en su análisis sensorial, además de presentar un mayor % de proteína (8.48%). Determinándose la mejor formulación por optimización de múltiples respuesta siendo 3.22356% HT y 4.5525% HTa, la cual obtuvo un tiempo de vida útil de 5 días.

Palabras claves: bizcocho, harina de tocosh, harina de tarwi y proteína.

ABSTRACT

Sponge cake are considered one of the most popular bakery products, not only for their physical characteristics but also for their characteristics but also for their acceptance by consumers. The study objective of this study is to determine the technological and sensory characteristics of sponge cake with the addition of tocosh (HT) and tarwi (HTa) flour. For which a DCCR 2² type response surface design was used, with additions of HT of 2%-8% and HTa of 2%-5%. Taking as results that its functional characteristics were significant ($p < 0.05$), obtaining that the F5 (2% HT and 4% HTa) is the one that obtained the highest value in its sensory analysis, in addition to presenting a higher % protein (8.48 %). The best formulation was determined by optimization of multiple responses, being 3.22356% HT and 4.5525% HTa, which obtained a useful life of 5 days.

Keywords: Sponge cake, tocosh flour, tarwi flour and protein.

I. INTRODUCCION

El consumo de proteína es muy importante en la dieta de las personas, especialmente en los niños que están en crecimiento ya que el consumo inadecuado de proteína altera el crecimiento y la reparación del organismo. (Latham, 2002).

La creciente demanda por el cuidado de la salud combinado con los beneficios que presenta la proteína, ha generado una mayor tendencia por su consumo, tomándose como alternativa para personas con sobre peso u obesidad, ya que el consumo de proteínas fomenta la saciedad y la pérdida de peso, así como, el beneficio que tiene para mitigar los efectos de la edad. (Insight, 2020)

En el Perú, el consumo de harina de trigo es de 1.4 kg/ persona, destacando su uso en productos panaderos como los pastes y tortas, donde su consumo per capital por persona es de 1.2 kg y mientras que los panes obtuvieron un consumo per capital de 24 kg/ persona. (INEI, 2012).

Esto debido a que el trigo es un cereal, que posee una gran popularidad en diferentes países del mundo por su gran diversidad genética y su amplio rango de adaptación, lo que le ha permitido crecer y reproducirse en ambientes muy diferentes, permitiendo que varios países lo puedan producir en grandes cantidades. (Moreno, *et al.*, 2001).

Esta masiva producción e importación ha permitido que el trigo sea parte importante de la dieta, debido a que presenta en su composición nutricional vitaminas A, B y E, así como proteínas (7-15%). Convirtiéndose en el cuarto cereal más popular, usándose principalmente en la elaboración en diversos productos de panadería, tales como galletas, bizcochos, entre otros. (Miedzianka, *et al.*, 2021, Xu, *et al.*, 2020, Garg, 2021 & Finnie y Atwell, 2016).

Entre los productos de panadería más populares, se encuentran los pasteles y bizcochos, los cuales se caracterizan por ser un postre horneado dulce, en diferentes presentaciones y de un costo accesible. (Ammar *et al.*, 2020).

En el mercado peruano se puede observar diferentes tipos de bizcochos, los cuales son elaborados principalmente por harina de trigo, presentando un

contenido de proteína bajo, y es que no se evidencia bizcochos fortificados con otro tipo de harina. Por lo que a partir de esta problemática encontrada, se planteó darle un valor agregado a este producto a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo por dos diferentes tipos de harina.

Para lo cual se optó por usar dos productos nativos de Perú, que puedan aportar algún valor nutritivo al bizcocho, manteniendo sus características físicas y organolépticas características de este producto, encontrando como buenas alternativas el tocosh y el tarwi, tanto por sus valores nutricionales, como por su importancia que presenta en la sociedad.

Para llevar a cabo este objetivo, se plantearon los siguientes objetivos específicos, evaluar la composición proximal de las harinas de trigo, tarwi y tocosh, posteriormente determinar las características tecnológicas (volumen específico, textura y volumetría) y características sensoriales (color, apariencia, aroma, textura y sabor) de las formulaciones, obtenidas del diseño compuesto central rotacional DCCR 2², así como determinar la región óptima con los rangos de harina de tocosh y tarwi, mediante el análisis de superficie de respuestas, para finalmente determinar la composición proximal y la vida útil del bizcocho con mejor formulación.

Las investigaciones similares a este proyecto permiten formular la siguiente hipótesis, el bizcocho elaborado a partir de la adición parcial de harina de tocosh al 8% y harina de tarwi al 6%, presentara las mejores características tecnológicas, como volumen específico, color adecuado y una textura esponjosa, en cuanto a sus características sensoriales presentara un puntaje de 7 puntos en la escala hedónica de aceptación por parte de los panelistas, además de cumplir con los parámetros establecidos en la NTP 206.002, presentando una humedad de 40%, cenizas de 3% y 8% de proteína.

El grano de tarwi presenta un perfil nutricional muy rico, ya que es una buena fuente de lípidos y proteína, siendo esta última mayor en comparación a otras legumbres y especies de altramuces, también presenta un mayor contenido de lisina, alto contenido en ácidos grasos esenciales, como los ácidos linoleico y linolénico, y es una fuente de minerales, principalmente calcio, y, en menor medida de vitaminas. (Quiroga, 2020).

Los usos que se le da tanto al tocosh como al tarwi, son diversos, en cuanto al tocosh generalmente, se convierte en harina fina, la cual es secada al sol y molida, y es utilizada para elaborar productos como caldos, guisos y mazamorra, siendo este último, un alimento semilíquido de consistencia espesa. Se cree que los compuestos generados durante la fermentación por microorganismos son los responsables de la gran diversidad de propiedades medicinales que se atribuyen a este producto. (Ramesh y Didier, 2014, p. 332 y Jimenez, 2018).

Existen diversas investigaciones las cuales han utilizado al tocosh para elaborar diferentes productos como gomitas, panes y bebidas fermentadas. Encontrando que, al adicionar harina de tocosh para elaborar pan de molde, se obtuvo un producto con una cantidad de carbohidratos de 72.44%, además de no presentar mucha diferencia significativa en cuanto al olor del pan. (Paredes, 2018),

Mientras que, el tarwi es utilizado para mejorar el perfil proteico de una variedad de productos procesados, como es el caso de la carne (57.9% de proteína), yogurt (3.9% de proteína), panes (17.2% de proteína), spaghetti (25.4% de proteína). (Carvajal-Larenas, 2019).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Trigo

2.1.1. Taxonomía

Sandoval, (2020), argumenta que el trigo pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceaceae) y su clasificación taxonómica es la siguiente:

- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Liliopsida
- **Orden:** Poales
- **Familia:** Poaceae
- **Subfamilia:** Pooideae
- **Tribu:** Triticeae
- **Género:** Triticum L.

2.1.2. Morfología

El grano de trigo se caracteriza por su forma ovoide y redondeada en los extremos, así como por presentar una estructura compleja con muchos componentes individuales, destacando entre ellos, el germen, endospermo y el salvado. (Sean, F. y William, A. 2016 y Machado, J. 2001).

Por otro lado, Machado, J. (2001), argumenta que la estructura del grano de trigo se encuentra formada por el pericarpio, testa, endospermo y el embrión o germen.

2.1.2.1. Pericarpio

Se caracteriza por ser la capa externa del grano, la cual se encarga de recubrirla, y está constituida por paredes delgadas, intermediarias, tubulares y cruzadas, además de poseer un alto contenido de celulosa. (Machado, J. 2001).

2.1.2.2. Testa

Esta se caracteriza por presentar una serie de capas, las cuales tienen la función de envolver a la semilla, y la cual es

eliminada durante el proceso de molienda. (Machado, J. 2001).

2.1.2.3. Endospermo

Se caracteriza por diferentes cosas, empezando porque la mayoría de los granos lo tienen, representando aproximadamente en un 80% del peso del grano, en el trigo, el endospermo presenta una capa única llamada aleurona, la cual forma una frontera entre el endospermo amiláceo y el salvado, presentando una gran actividad enzimática, además de ser rica en proteínas, grasas y cenizas, por lo que proporciona energía. Sean, F. y William, A. 2016 & Machado, J., 2001).

2.1.2.4. Embrión o germen

En el grano solo constituye el 3%, encontrándose un mayor contenido de lípidos y nutrientes esenciales, además de ser rico en proteínas, grasas, vitaminas minerales. (Sean, F. y William, A. 2016 y Machado, J. 2001)

2.1.3. Composición nutricional del trigo

En cuanto a los componentes nutricionales que contiene el trigo, esto va a variar dependiendo de cada parte de su estructura, como se mencionó anteriormente, pero entre los más importantes se encuentra el salvado y el endospermo, ya que el salvado presenta en su composición una cantidad significativa de fibra insoluble y algo de fibra soluble, además de minerales y antioxidantes, mientras que el endospermo almacena nutrientes como minerales básicos y vitaminas (vitamina B), tal y como se muestran en las tablas 1 y 2. (Sean, F. y William, A., 2016 & Navrotskyi, et al, 2019).

Tabla 1: Principales componentes del salvado y germen de trigo

Componentes	Salvado del trigo crudo	Germen de trigo crudo
Colorías (kg/100 gr)	216	360
Proteínas (%)	15.55	23.15
Grasa (%)	4.25	9.72
Carbohidratos	64.51	51.8
Fibra total dietética (%)	42.8	13.2
Azúcares totales (%)	0.41	-

Fuente: Sean, F. y William, A. (2016)

Tabla 2. Principales minerales en el grano de trigo

Minerales (mg/100 g)	Salvado del trigo crudo	Germen de trigo crudo
Ca	73	39
Fe	10.57	6.26
Mg	611	239
P	1013	842
k	1182	892
Na	2	12
Zn	7.27	12.29

Fuente: Sean, F. y William, A. (2016)

2.1.4. Harina de trigo

La harina de trigo, es un subproducto del trigo, el cual se ha convertido en un vehículo vital y versátil en la elaboración de diferentes productos alimenticios, y de panificación, sin embargo, para obtener esta harina, el trigo tiene que pasar una transformación, el cual consiste en descascarillar la aleurona y el embrión durante el proceso de salvado, con la finalidad de separar el endospermo y poder moler y obtener la harina de trigo. (Latunde-Dada, *et al.*, 2019 y Chaquilla-Quilca *et al.*, 2018).

2.1.4.1. Composición química de la harina de trigo

Se ha encontrado en investigaciones que la harina de trigo presenta un contenido de carbohidratos (72.82%), grasa (1%), proteínas (12.7%), aminoácidos como (lisina y treonina) y una capacidad de retención de agua. (Vásquez, *et al.*, 2016).

Tabla 3. Principales componentes de la harina de trigo

Componentes	Harina de trigo
Proteínas (%)	15.48±0.03
Cenizas (%)	0.70±0.00
Grasa (%)	82.53±0.01
Carbohidratos totales (%)	1.29±0.01
Fibra dietería soluble (%)	1.81±0.02
Fibra dietería insoluble (%)	1.34±0.01

Fuente: Castillo, 2022

En cuanto al contenido de proteína, en la harina de trigo esta suele estar separada en función a sus solubilidad, las cuales pueden dividirse en gliadinas, las cuales se encuentran como monómeros y aportan viscosidad y extensibilidad a la masa y gluteninas las cuales se separan en grupos alfa, gamma y omega, mientras que la mayor parte de proteína forma una masa insoluble, denominada gluten la cual representa en un 70% a 80% de la proteian total de la harina y las cuales presnetan en su composición aminoácidos (Glutamina y prolina). (Altenbach, 2017).

2.1.4.2. Calidad de la harina de trigo

Para poder definir las propiedades funcionales de la harina de trigo es importante determinar las propiedades viscoelásticas, el cual consiste en evaluar la extensibilidad y la elasticidad de la masa, encontrándose una correlación entre las cantidades de los polímeros de glitamina con la calidad

de la harina, encontrando una importancia en las proporciones de gluteninas y gliadinas. (Altenbach, 2017).

2.2. Tocosh de papa

2.2.1. Generalidades del tocosh de papa

Hablar del tocosh, es hablar de un producto ancestral, el cual se ha venido preparando desde tiempo de los incas y que aún se sigue preparando en pequeñas comunidades del Perú, el nombre tocosh, varía dependiendo del lugar donde se elabora, mientras que el Perú se le conoce con este nombre, en países como Colombia se le conoce como fute. (Didier, 2014, p. 332).

Su método de preparación tradicional consiste en cavar un agujero (0.70x1.50 m de profundidad) alrededor del río, el tubérculo es almacenado en este agujero para luego ser cubierto con pajas y rocas, con la finalidad de evitar que sean arrastrados por la lijera corriente del agua, la papa es fermentada por un tiempo alrededor de 1 a 12 meses, para luego ser colocada en una zona seca y sombreada con la finalidad que el agua escurra, el producto obtenido se conserva para el consumo, venta o como un producto tipo harina, la cual se utiliza para preparar diferentes alimentos como caldos, guisos y mazamoras. (Egusquiza, 2000, p. 180, Ramesh y Didier, 2014, p. 332 y Jimenez, 2018).

2.2.2. Composición proximal del tocosh de papa

La composición proximal del tocosh varía dependiendo de la presentación, es decir, como producto el tocosh contiene 58.3% de carbohidratos, 11.12% de cenizas y 2.51% en fibra bruta, mientras en harina, el tocosh presenta 80.4% de carbohidratos y 1.62% de cenizas, tal y como se muestra en la tabla 4. (Ccapa, 2017 y Paredes, 2018).

Tabla 4: *Composición proximal del tocosh y harina de tocosh*

Componentes	Tocosh	Harina de tocosh
Humedad (%)	36.20	13.24
Proteínas (%)	0.96	3.89
Grasa (%)	0.38	0.85
Carbohidratos	58.83	80.4
Cenizas (%)	1.12	1.62
Fibra bruta (%)	2.51	-

Fuente: Ccapa, (2017) y Paredes, (2018)

2.2.3. Uno de la harina de tocosh en la industria alimentaria

Diferentes investigaciones han utilizado el tcoosh para elaborar diferentes productos, entre esos se encuentra Tinoco, (2019), el cual elaboro una bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero con harina de tocosh y guanaba donde busco determinar la vida útil, encontrando que la bebida como mejor aceptabilidad (82% de pulpa de guayaba y 0.81% de harina de tocosh), presentaba un pH de 4.3 y un acides de 1.35%, en cuanto al análisis microbiológico este se encontraba entre los límites aceptables establecidos por la RM 591-2008/MINSA para leches fermentadas y acidificadas, en cuanto al tiempo de vida útil, varía dependiendo de la temperatura de almacenamiento siendo el mayor tiempo de 24 días a una temperatura de 4°C, y un menor tiempo de 3 días a una temperatura de 24°C.

Ambrosio y Ramos (2018), elaboraron gomitas comestibles a partir de diferentes proporciones de harina de Tocosh y edulcorante (Stevia), se evaluó atributos de sabor, color, olor y textura, donde el mejor tratamiento fue de 3% harina de tocosh y 1.5% de Stevia, también se evaluó las características microbiológicas, encontrando que estos se encuentran dentro de los límites permitidos en la norma RM-591-2008 el cual es reglamento de criterios microbiológicos.

Paredes (2018), elaboro un pan de molde con adición de harina de quinua y harina de Tocosh, comprobó que para el pan de molde optimo (harina de tocosh 5.4% y harina de quinua 7.4%), la harina de tocosh tubo influencia sobre el volumen especifico, en cuanto al color del pan presento un rango de 6.5 a 7.31, en cuanto al aroma la harina de tocosh y la de quinua no tuvieron influencia significativa. La comparación proximal de los diferentes productos donde se utiliza el tocosh como componente enriquecedor se muestra en la tabla 5.

Tabla 5: *Análisis proximal de diferentes productos elaborados con tocosh*

Componentes	Productos		
	Bebida fermentada tipo yogurt	Gomitas comestibles	Pan de molde
Humedad (%)	78.25	23.67	13.6
Cenizas (%)	0.88	-	1.27
Grasas (%)	2.29	0.41	0.59
Carbohidratos (%)	16.14	39.3	72.44
Proteínas (%)	2.41	1.19	12.10
Fibra (%)	-	0.35	1.56

Fuente: Tinoco (2019), Ambrosio y Ramos (2018) y Paredes (2018)

2.3. Tarwi

2.3.1. Generalidades del tarwi

El nombre de tarwi, varía dependiendo del lugar de procedencia, en países como Ecuador y al norte de Perú se le conoce como chocho, mientras que al sur del Perú y Bolivia es llamado tarhui. (Suca y Suca, 2015).

En cuanto al género *Lupinus* (familia de las Fabaceae), el cual pertenece el tarwi, Campos, (2018), argumenta, que existen numerosas especies, de las cuales solo cinco son las más cultivadas, en diferentes regiones del mundo como en el norte de Europa, las

llanuras australianas y el altiplano andina, encontrándose entre ellas:

- *Lupinus albus*
- *Lupinus angustifolius*
- *Lupinus luteus*
- *Lupinus mutabilis*
- *Lupinus consentenii*

2.3.2. Composición química del tarwi

El tarwi, es conocido por presentar un excepcional valor nutritivo, ya sea por su alto contenido en grasa y lisina, así como ser fuente proteica y oleaginosa. (Suca y Suca, 2015)

Mucho de su valor nutritivo, pueden verse asociados principalmente a factores genéticos y agrónomos, tal y como comprobó Compas, (2018), al comparar dos granos de tarwi uno originario de Ecuador y otro de Chile, encontrando que los granos de tarwi originarios de Chile presentaba un mayor contenido de proteínas (54 gr), a diferencia que los de Ecuador que solo presentaban 14.4 gr de proteína, sin embargo, los granos oriundos de Ecuador presentaba un mayor contenido en carbohidratos y grasas totales que los granos de tarwi originarios de Chile.

Tabla 6: *Composición proximal /g/100gr en base seca) en semillas *Lupinus mutabilis**

Componentes	Procedencia	
	Ecuador	Chile
Componentes	41.4	51
Grasa totales	23.4	16
Carbohidratos	26.6	14.8

Fuente: Compas (2018)

También se encontró que hay una diferencia en el análisis proximal del tarwi con cascara y sin cascara, encontrándose que el tarwi con cascara contiene un alto contenido de proteína (46.98%), a

diferencia del que presenta ausencia de cascara (44.78%), en cuanto al contenido de grasa, el tarwi con cascara tiene un menor calor (25.87%), que el tarwi sin presencia de cascara (28.02%), tal y como se muestra la tabla 7. (Ninaquispe, 2015)

Tabla 7: *Composición química proximal del tarwi*

Componentes	Tarwi con cascara (%)	Tarwi sin cascara	Tarwi crudo
Humedad	7.34	7.03	11.5
Grasa	25.87	28.02	21.5
Proteínas	46.98	44.78	53.2
Fibra	7.87	0.96	18.4
Cenizas	1.80	2.33	1.9

Fuente: Ninaquispe, (2015) y Gutiérrez *et al.*, (2016)

De igual forma se encontró diferencia en el contenido de proteína entre el tarwi desamargo (51.06%) y amargado (41.2%) tal y como se muestra la tabla 8. (Salvatierra y Azorza, 2017).

Tabla 8: *Composición química proximal de las semillas de tarwi amargado y descargado*

Componentes	Semillas tarwi amargado (%p/p)	Semillas tarwi desamargado (%p/p)
Humedad	10.078± 0.072	10.905±0.523
Proteínas	41.200±0.520	51.060±0.505
Cenizas	3.713±0.031	1.191±0.006
Carbohidratos	27.959±0.324	17.154±0.212
Extracto etéreo	17.050±0.504	19.690±0.192

Fuente: Salvatierra y Azorza, (2017)

El grano de tarwi es tan rico, o más, en proteínas que otras leguminosas, esta se caracteriza por tener un bajo nivel de aminoácidos azufrados, su proteína está compuesta principalmente por globulinas, seguidas de albúminas y la β -conglutina junto con

la α -conglutina y la γ -conglutina se encontraron como las principales proteínas de almacenamiento de globulinas en *L. mutabilis*, además de poseer un mayor contenido de lisina, también es una buena fuente de lípidos y, junto con las proteínas, representa más del 60% de la semilla seca; es rico en ácidos grasos insaturados (79,38%) y tiene un alto contenido en ácidos grasos esenciales, como los ácidos linoleico y linolénico, así como en g-tocoferol y d-tocoferol. (Quiroga, 2020 & Campos, 2018)

El altramuz andino es también una importante fuente de macro y microelementos. Los rangos de potasio (1130-1400mg/100 g base seca), fósforo (600-880mg/100 g base seca), magnesio (240-330mg/100 g base seca) calcio (120-180mg/100g base seca), hierro (5,0-7,3mg/100 g base seca), y zinc (3,4-3,6 mg/100 g en base seca), también se han encontrado niveles más altos de potasio, fósforo, magnesio y zinc en las semillas crudas de *L. mutabilis*. (Campos, 2018).

2.3.3. Harina de tarwi

Diferencias investigaciones han encontrado que la harina de tarwi, presenta un mayor contenido de proteína que los granos y semillas de tarwi, en cuanto a su valor varía dependiendo del autor, generalmente va de 44% a 56.96%, tal y como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9: *Composición químico de la harina de tarwi*

Componentes	Harina de tarwi*	Harina de tarwi**	Harina de tarwi***
Humedad (%)	4.51	4.51	6.22
Grasa (%)	23.32	14.5	26.32
Proteínas (%)	56.96	51.56	44.04
Cenizas (%)	6.2	4.27	2.81
Carbohidratos (%)	8.93	25.16	17.63
Fibra	-	-	2.98

Fuente: Aranda y Bocanegra, (2018)*, Jesús y López (2019) **, Arteaga y Silva (2015) ***

2.3.4. Usos de la harina de tarwi en la industria alimentaria

Diferentes investigaciones utilizan el tarwi en la elaboración de diferentes tipos de alimentos, en cuanto a las propiedades reológicas de una masa hecha con harina Tarwi, tanto la extensibilidad como la textura de este es mucho menor que la de una masa hecha solo con harina de trigo, ya que los valores de estas son de 32mm y 2.8 gr/seg, mientras que la masa hecha con harina de trigo es de 40 mm y 3.2 gr/seg respectivamente (Delgado y Neyra, 2016).

Aranda y Bocanegra (2018), elaboro un snack a base de Tarwi y arroz, hizo 9 tratamientos diferentes, siendo los mejores: el tratamiento 5 (Tarwi al 10%, Arroz al 90%), tratamiento 4 (Tarwi al 12%, Arroz al 88%) y tratamiento 9 (Tarwi al 8%, Arroz al 92%), encontrado que el tratamiento 5 tenía una mayor cantidad de proteínas (13.11%), y grasa (1.76%) que los otros tratamientos, mientras que el tratamiento 2 (Tarwi al 10%, Arroz al 90%) tuvo una mayor cantidad de fibra total (5.19%) y la vida útil estimada del snack fue de 25 días.

Salvatierra y Azorza (2017), elabora galletas a base de Tarwi, encontrando que la galleta con valor optimo tiene un mayor contenido de ácido oleico (37.046 ± 0.020) y linoleico (37.539 ± 0.007), además que conforme aumentaba el % de aceite en las galletas, la luminosidad de estas y el color aumentan haciendo que se torne un color amarillo intenso y el tiempo de vida útil fue de 40 días.

Jesús y López (2019), evaluó el tiempo de vida útil de un néctar de mango y maracuyá con adición de harina de Tarwi, donde el mejor tratamiento fue de 8% harina de tarwi y 0.2% de cmc, ya que mantuvo los mejores parámetros, y presenta; Proteínas (0.75%),

Vitamina C (9.44%), °brix de 13.1±0.002, una viscosidad de 0.0380±0.006 y acidez titulable de 0.168±0.013.

Arteaga y Silvia (2015), elaboraron cupcakes por sustitución parcial de harina de trigo por tarwi y cascara de maracuyá, donde el mejor tratamiento fue de 5% harina de tarwi, 12% harina de cascara de maracuyá y 87% harina de trigo, encontrando que la harina de Tarwi apporto proteínas, en cuanto al mejor envase fueron las bolsas de polipropileno ya que conservo mejor tanto la humedad, color, sabor y textura, mientras que su vida útil fue de 12 días.

Tabla 10: *Análisis proximal de diferentes productos elaborados a base de tarwi*

Componentes	Productos			
	Pan	Snack	Galletas	Cupcakes
Humedad (%)	20	1.76	2150	21.8407
Cenizas (%)	-	5.57	0.9994	1.8401
Grasas (%)	-	1.76	-	-
Carbohidratos (%)	-	77.80	71.710	-
Proteínas (%)	-	13.11	7.800	-
Fibra (%)	-	-	5.076	8.25

Fuente: Delgado y Neyra, (2016), Aranda y Bocanegra (2018), Salvatierra y Azorza (2017) y Arteaga y Silva (2015).

2.4. Bizcocho

2.4.1. Generalidades del bizcocho

La palabra bizcocho proviene del latín bis coctus, el cual significa cocido dos veces, práctica que se realiza antiguamente, sin embargo, se ha dejado de realizar hoy en día, encontrándose miles de recetas dependiendo del tipo del lugar. (Cordova y Satiago, 2018).

Los bizcochos son productos panaderos, los cuales son muy consumidos y tienen una buena aceptabilidad en el mercado, los cuales son elaborados principalmente a base de harina de trigo, ya

que depende parcialmente del desarrollo del gluten, también se encuentra entre sus ingredientes, agua, azúcar, grasa y sal. También se le suele agregar para mejorar la estabilidad de la masa, el volumen y/o la vida útil. (Xu, et al., 2020, Phycarelle y Delcou, 2021 y Azabache, 2015).

2.4.2. Tipos de bizcochos

Phycarelle y Delcou, (2021), argumenta que las recetas de pasteles varían en diferentes partes del mundo, sin embargo, nos presenta una clasificación en función de su receta y del método de mezcla de la masa, entre estos se encuentran.

- **Tipo rebozado:** La masa del rebozado está formado entre 10-30% de lípidos procedentes de la harina, huevos, margarina, manteca y/o aceite.
- **Tipo chifón:** Es un tipo intermedio entre el tipo rebozado y el tipo espuma.
- **Tipo espuma:** Este tipo contiene niveles bajos (0.1-10% de la masa total del rebozado) de lípidos que se originan en la harina, huevo y se le añaden los emulsionantes.

Mientras que, en la norma técnica peruana para bizcochos (2018), clasifican a los bizcochos según su forma o preparación, encontrándose:

- **Sin agregados:** Cuando ni se presenta ningún tipo de agregado especial en la masa como el chancay y el pan dulce.
- **Rellenos o agregados:** Como su mismo nombre lo dice presentan relleno o agregado, los cuales son añadidos durante el proceso de elaboración.
- **Revestidos o con cobertura:** Son bizcochos que pueden tener o no algún tipo de agregado, sin embargo, presenta algún tipo de revestimiento o cobertura el cual se encuentra elaborada a base de miel, azúcar en polvo, chocolate y cremas.

2.4.3. Requerimientos para el consumo de los bizcochos

En el Perú, la NTP 206.002 (2018), brinda los parámetros necesarios que debe tener los bizcochos, para que sea apto, para el consumo y producción, encontrándose las siguientes condiciones:

- No será aptos para los consumos los bizcochos, que contengan elementos extraños (insectos, polvos), resten rancios o ácidos.
- Los bizcochos deben preservarse de la acción de la humedad, insectos, roedores, polvo, entre otros.

En la misma NTP 206.002 (2018), se puede encontrar los parámetros necesarios de humedad (40%), cenizas (3%), así como el contenido de microorganismos, levaduras y mohos, que deben poseer los bizcochos, tal y como se muestran en las tablas 11 y 12.

Tabla 11: *Requerimientos fisicoquímicos de los bizcochos*

Componentes	Requisito	Método de ensayo
Humedad	Máximo 40.0%	NTP 206.011
Acidez (Como ácido láctico)	Máximo 0.7%	NTP 206.013
Cenizas	Máximo 3.0%	NTP 2016.012

Fuente: NTP 206.002 (2018)

Tabla 12: *Requerimientos microbiológicos de los bizcochos*

Componentes	n	c	m	M
Recuento de mohos (UFC/g)	5	2	10 ²	10 ³
Recuento de Escherichia coli (NMP/g)	5	1	3	20
Recuento de Staphylococcus aureus (UFC/g)	5	1	10	10 ²

Deteccion de Salmonella sp	5	0	Ausencia/25g	
Recuento de Bacillus cereus (UFC/g)	5	1	10 ²	10 ⁴

Fuente: NTP 206.002 (2018)

Donde:

n= número de unidades de muestra seleccionada al azar en un lote

m= Limite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a “m”, representa un producto aceptable y valores superiores a “m” indican lotes aceptables o inaceptables.

M= Los valores de recuentos microbianos superiores a “M” son inaceptables.

c= Número máximo de unidades de muestra que puede contener un numero de microorganismos comprendidos entre m” y “M”, cuando se detectó número de unidades mayores a “c” se rechaza el lote.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación fue realizada en las instalaciones de la escuela de E.A.P. de Agroindustria y el Instituto de Investigación Tecnológica de Agroindustria (IITA) de la Universidad Nacional del Santa, las cuales son:

- **Laboratorio de operaciones Agroindustriales del Instituto de Investigación Tecnológica de Agroindustria (IITA)**
 - Secado de la materia prima: tocosh y tarwi
 - Obtención de las harinas: tocosh y tarwi
- **Laboratorio de control de calidad del Instituto de investigación Tecnológica Agroindustria (IITA)**
 - Determinación de humedad de las harinas: tocosh y tarwi
 - Determinación de humedad de los bizcochos
 - Determinación de fibra dietética
- **Laboratorio de Nutrición y toxicología del Instituto de Investigación Tecnológica de Agroindustria (IITA)**
 - Determinación de acidez del bizcocho control y de la mejor formulación
- **Laboratorio de composición de Productos Agroindustriales de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA)**
 - Determinación de grasa las harinas
 - Determinación de grasa del bizcocho control y de la mejor formulación
 - Determinación del color de las harinas de tocosh y trigo
 - Determinación de la dureza de los bizcochos
 - Determinación del color de los bizcochos
 - Determinación de cenizas
- **Planta Piloto Agroindustrial (PPA)**
 - Elaboración de las formulaciones bizcochos
 - Determinación del volumen específico de los bizcochos
 - Elaboración del bizcocho con mejor formulación y control

– Análisis sensorial

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materia prima

a. Harina de trigo panadera

Se adquirió un total de 30 kg de harina panadera, marca Nicolini, el cual fue adquirido en la comercializadora, ubicada en Nvo. Chimbote.

b. Harina de tocosh

Para la elaboración de la harina de Tocosh, se compró 10 kg de Tocosh en el mercado la Perla (Chimbote), procedente de Huaraz, y el procedimiento para la elaboración de la harina, fue siguiendo los parámetros de control seguidos por Cordova, B., y Santiago, C. (2019).

c. Harina de tarwi

La harina de tarwi, se obtuvo de la empresa Kera Superfoods, donde se compró 1.5 kg de harina de tarwi.

3.2.2. Insumos

Los insumos que se utilizaron para elaborar los bizcochos fueron obtenidos del comercial, y fueron los siguientes:

- a. Mantequilla
- b. Azúcar
- c. Huevo
- d. Manteca
- e. Levadura
- f. Esencia de vainilla
- g. Agua

3.2.3. Equipos

a. Obtención de las harinas de tocosh y tarwi

- Secador de bandeja: marca TORRH, modelo SBT-10XL. Perú.
- Molino universal: Marca IKA, modelo M20.
- Molino ultracentrífugo: Marca RETSCH, Modelo ZM200.

- Tamiz magnético: Marca RETSCH, modelo AS 200 basic. EE.UU.

b. Elaboración de los bizcochos

- Batidora: marca NOVA, modelo 30L. Serie 0549026, País: Perú
- Fermentador
- Horno rotatorio por convección: Marca Nova. Modelo: MAX 1000. Serie: 0501028. País: Perú.
- Mesa de acero inoxidable
- Utensilios de acero inoxidable

c. Análisis químico proximal de las harinas y los bizcochos

- **Humedad**

- Estufa: Marca POL-EKO-APARATURA SP.J. Modelo SLW115 TOP+, Serie SWITF 121018.

- **Proteína**

- Equipo de Kjeldahl
- Digestor: Marca Foss, Modelo DT 208 Digestor 230V, Serie 91759820.
- Destilador: Marca Foss Modelo Kjelttec 8100, Serie 91758484

- **Grasa**

- Equipo soxhlet: Marca Foss, modelo Basic Unit 2046 Soxtec Control Unit 230V, Serie 204600047, el cual incluye:
 - Sistema refrigerante
 - Baño termorregulador
 - Sistema de filtración con vacío y extracción Soxhlet
 - Rotavapor
 - Estufa 103 ± 25 °C

- **Cenizas**

- Mufla: Marca PROTHERM, Modelo ECO 110/3. Serie N° 22050159. Turkia

d. Análisis fisicoquímico de las harinas y las formulaciones de los bizcochos

– **Color**

– Colorímetro: Marca Konica Minolta, Modelo CR-400

– **Granulometría**

– Tamiz magnético: marca FRITSCH. Serie N° 03.7020/07587. GERMANY.

e. Otros equipos

– Balanza analítica 0.0001 mg: Marca Precisa

3.2.4. Reactivos

a. Análisis química proximal de las harinas y los bizcocho

– Solución de ácido sulfúrico concentrado

– Pastillas de catalizadores: sulfato de cobre pentahidratado, sulfato de potasio anhídrido

– Solución de hidróxido de sodio al 40%

– Ácido bórico al 4% p/v

– Solución de ácido clorhídrico 0.1 N

– Indicador de tashiro: rojo de metilo al 0.1% y azul de metileno al 0.1%

– Na₂CO₃

– Solución indicadora de rojo de metilo

– Etanol 95%

– **Grasa**

– Éter de petróleo (40-60°C)

– **Fibra dietética total**

– Kit enzimático

– Proteasa: Actividad Enzimática, 8U/mg enzima, pH 5.5-10.0, temperatura 60°C

– α-amilasa: actividad enzimática, 3000 /ml, pH 5.5 -10, temperatura, 90°C

– Amiloglucosidasa: Actividad Enzimática, 3300 U/ml, pH 5.5-10.0, temperatura 60°C

- Buffer fosfato 0.05 N, pH 6
- NaOH 0.275N
- HCL 0.325 N
- Etanol 95%
- Etano 78%
- Acetona
- Célite

b. Análisis fisicoquímico de los bizcochos

- NaOH 0.1 N
- Fenolftaleína al 1%

3.2.5. Materiales de vidrio y otros

- Placa Petri
- Vaso de precipitados 100 ml
- Matraz de Erlenmeyer de 250 ml
- Bureta de 10, 25 y 50 ml
- Crisoles de porcelana
- Papel aluminio
- Papel filtro
- Cocina eléctrica
- Pinzas para crisoles

3.3. Metodología de análisis

3.3.1. Diagrama de flujo experimental del proceso de obtención de harinas

a. Harina de tocosh

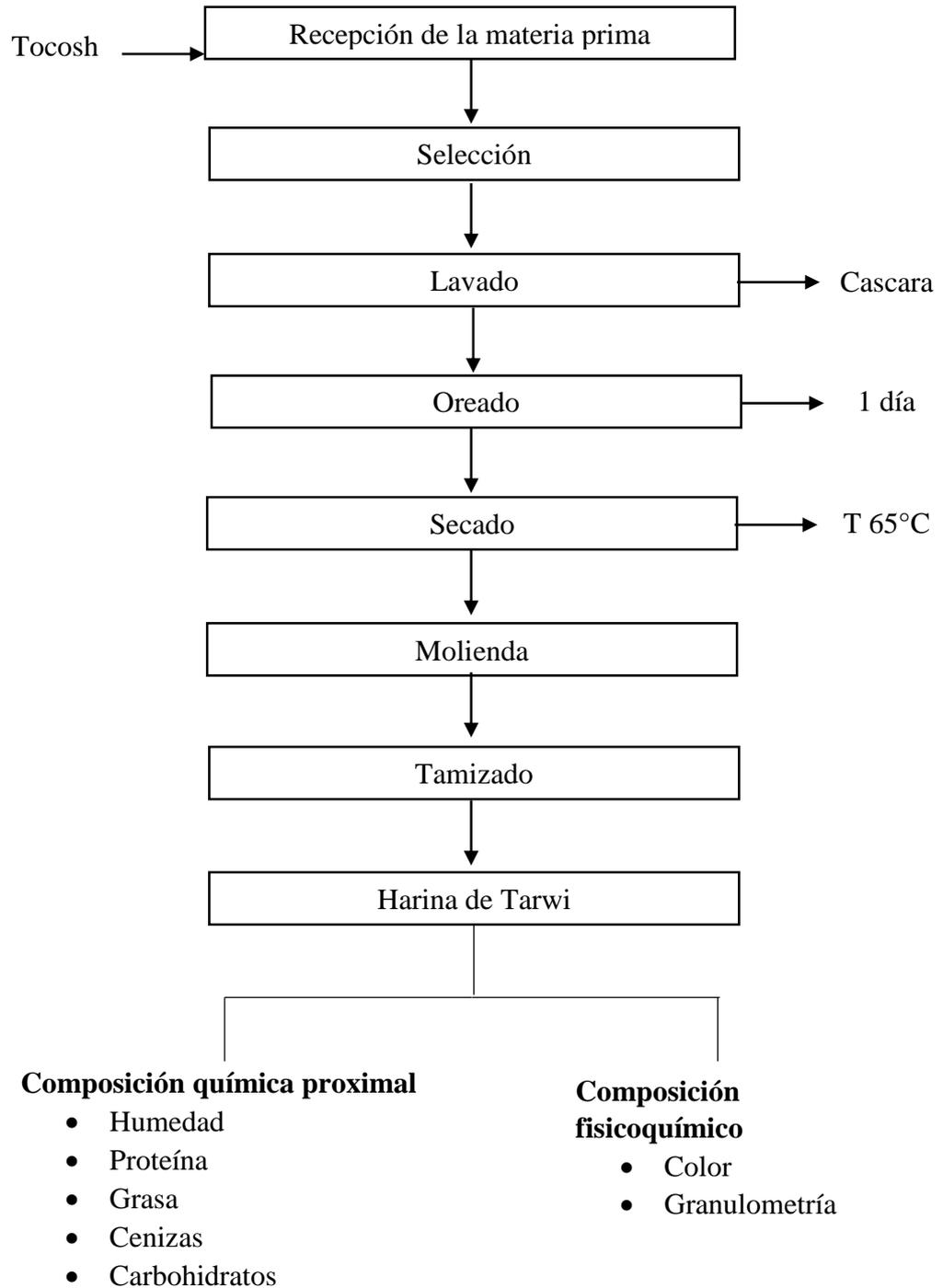


Figura 1: Diagrama de flujo para la obtención de harina de tocosh

Fuente: Custodio, (2019).

b. Harina de tarwi

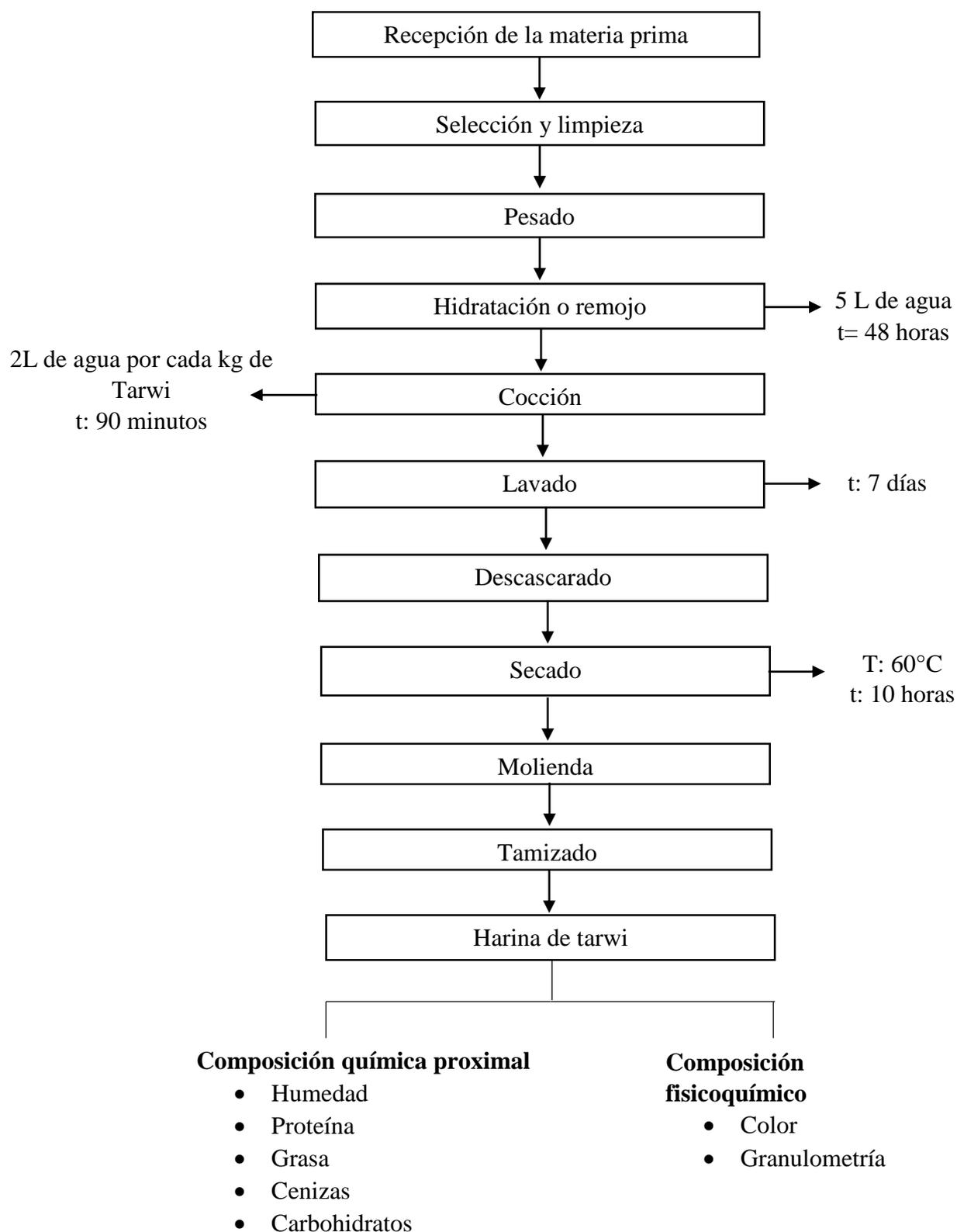
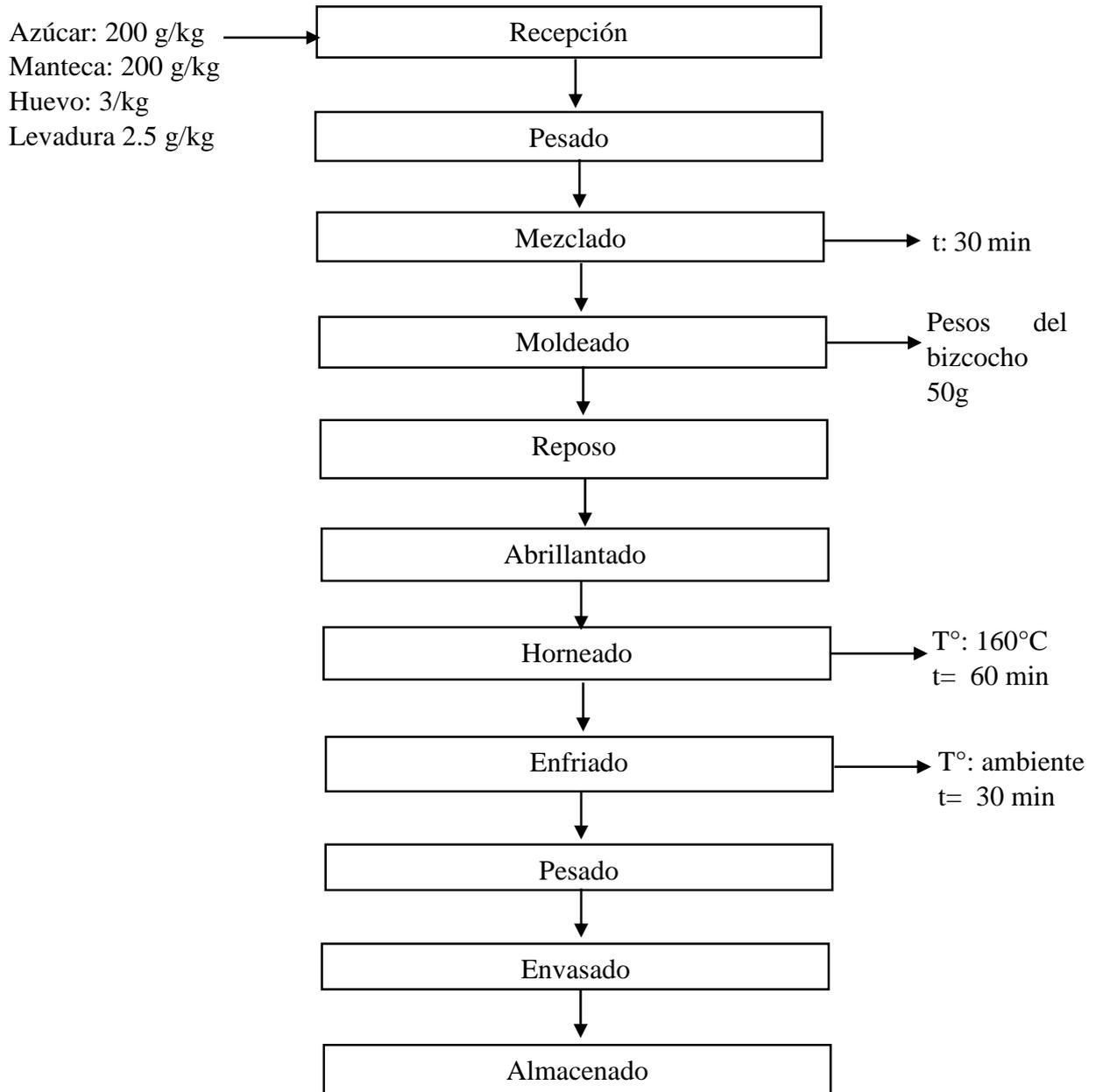


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de obtención de la harina de tarwi

Fuente: Vásquez, *et al.*, (2019).

3.3.2. Proceso de obtención de los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi



Caracterización funcional

- Proteína (%)
- Fibra dietética (%)

Caracterización tecnológica

- Textura instrumental
- Color instrumental
- Volumen específico

Análisis sensorial

- Olor
- Color
- Textura
- Sabor

Figura 3. Diagrama de proceso de elaboración del bizcocho

Fuente: Cordova y Santiago, (2018).

3.3.3. Descripción de las etapas del proceso de obtención de las harinas

a. Harina de tocosh

Para la obtención de la harina de tocosh se siguió la metodología propuesta por Custodio, (2019).

- **Recepción y selección de la materia prima**

Los 10 kg de tocosh fueron adquiridos del mercado “La Perla” de la ciudad de Chimbote, procedentes de la ciudad de Huaraz, para luego ser trasladado al Instituto de Investigación Tecnológica de Agroindustria (IITA), donde sobre una mesa de acero inoxidable, se procedió a selección las unidades más frescas y sin golpes, en esta etapa se pesó la materia prima ingresada y seleccionada, con la finalidad de tener un control de balance de materia.

- **Lavado**

Esta operación consistió en realizar un lavado de forma manual al tocosh unidad pro unidad, con la finalidad de eliminar los residuos de tierra y cualquier otro residuo que podría estar adherido en la cascara.

- **Oreado**

Este proceso consistió en dejar el tocosh en aire libre, por un tiempo mínimo de 1 día, con la finalidad que seque y que disminuya el olor, este proceso se realizó sin retirar la cascara.

- **Secado**

Luego de que el tocosh haya pasado por el proceso de oreado, está listo, para ser secado y poder convertirlo en harina, para lo cual se procedió a secarlo en un secador de bandeja a una temperatura de 65°C.

- **Molienda**

El tocosh ya secado, se procedió a la molienda, esta operación se llevó a cabo en un molino de martillos.

– **Tamizado**

La harina de tocosh obtenida de la molienda fue tamizada, en un tamiz de diámetro de 0.5 micras.

– **Envasado**

La harina de tocosh ya tamizada se procedió a envasarlas en bolsas al vacío.

– **Almacenamiento**

La harina de tocosh ya envasadas al vacío se almaceno en las Instalaciones del Instituto Tecnológico Agroindustrial (IITA).

b. Harina de tarwi

Para la el procedimiento de obtención de la harina de tarwi, se describirá la metodología propuesta por Vásquez, *et al.*, (2019).

– **Selección y limpieza**

Se obtuvieron 26 kg de tarwi, los cuales se obtuvieron del mercado “La Perla” de Chimbote, los cuales son procedentes de la ciudad de Huaraz, para luego ser trasladado al Instituto de Investigación Tecnológica de Agroindustria (IITA), donde sobre una mesa de acero inoxidable, se procedió a seleccionó y limpió el tarwi.

– **Pesado**

En esta etapa se pesó la materia prima ingresada y seleccionada, con la finalidad de tener un control de balance de materia.

– **Hidratación o remojo**

Esta etapa el tarwi se remojo en 5L de agua durante 48 horas, en esta etapa, el tarwi aumento su tamañ en un 240% de su peso inicial.

– **Cocción**

En esta etapa se utilizó 2L de agua por cada kilogramo de grano hidratado a una temperatura inicial de 20°C por un

tiempo de 90 min, con la finalidad de poder eliminar el 75% de los alcaloides que producen el amargado del tarwi.

– **Lavado**

Una vez ya cocido los granos de tarwi, se procedió a colocar el tarwi en pequeños sacos, y se dejó reposar en tinas con agua potable, la cual se le cambio diariamente, durante 7 días para el desamargado con agua.

– **Descascarado**

Esta etapa, consisto, en eliminar la cascara del grano, debido a que en la cascara se encuentra todavía alcaloides, los cuales producen el amargor del tarwi.

– **Secado**

Una vez ya desamargado el tarwi, se procedió a secarlo, para lo cual se utilizó un secador de bandejas a una temperatura de 60°C, por un tiempo de 10 hr, con la finalidad de que los granos bajen su humedad a un 7-8%.

– **Molienda**

En esta etapa, el tarwi ya secado se molió, utilizando un molino de martillos.

– **Tamizado**

Debido a que la harina de tarwi contenía algunas partículas grandes, estas fueron separadas por un tamiz de 0.5 de espesor, y así se obtuvo una harina más fina, de mejor textura y homogénea.

– **Empaquetado**

La harina de tarwi ya obtenidas, se empaquetaron al vacío.

– **Almacenamiento**

La harina de tarwi empaquetadas al vacío, fueron almacenadas en las instalaciones del Instituto Tecnológico Agroindustrial (IITA).

3.3.4. Descripción de las etapas del proceso de obtención de los bizcochos

Para la elaboración de los bizcocho con sustitución parcial de harina de trigo por haría de tocosh y tarwi, que se describe a continuación, se tomó como referencia el proceso descrito por Cordova y Santiago, (2018).

– **Recepción de materia prima**

Se procedió con la recepción de la materia prima como las harinas (trigo, tocosh, tarwi), azúcar, esencia de vainilla, manteca, levadura, huevos, los cuales son utilizados en los siguientes pasos para la elaboración de los bizcochos.

– **Pesado**

Para este paso se utilizó una balanza de 5000 gr, y se procedió a pesar las harinas en base a los porcentajes determinados, en cada tratamiento (tabla 15), así como los demás ingredientes, utilizando un total de 2 kg de harina representando el 100% del tratamiento.

– **Mezclado**

En este paso se agregó en la batidora, las mezclas de harinas (trigo, tocosh y tarwi), las cuales fueron pesadas de acuerdo al tratamiento, para luego agregar, la levadura, el agua, azúcar, la manteca, huevo, hasta que esté todo homogéneo. Luego que este homogéneo, se procedió a amasar la masa obtenida, hasta tener una masa homogénea.

– **Moldeado**

Se procedió a cortar la masa en porciones de 50 gr, para cual se utilizó la cortadora de masa, a cada una de las porciones obtenidas se le dio forma redonda, las cuales se las colocó en bandejas para posteriormente llevarlas al horno.

– **Reposo**

Las masas colocadas en las bandejas, se las dejó reposar por un tiempo de 60 minutos, para que la levadura actúe.

– **Abrillantado**

Luego que la masa reposo, se le cubre con el huevo previamente batido, con la finalidad de que tengan su brillo característico.

– **Horneado**

El proceso consistió en colocar las bandejas con las masas al horno previamente calentado a una temperatura de 160°C, por un tiempo de 20 min.

– **Enfriado**

Una vez ya horneado los bizcochos, se procedió a sacar las bandejas del horno y a enfriarlas a temperatura ambiente por unos 20 minutos.

– **Envasado**

Los bizcochos ya enfriados, fueron colocados en bolsas de polipropileno, las cuales fueron rotuladas, según la formulación correspondiente, tal y como se muestra en el anexo 21.

– **Almacenamiento**

Los bizcochos ya envasados, fueron puestos en el almacén de la Planta piloto de Agroindustria, el cual se caracteriza por ser un lugar seco y ventilado a temperatura ambiente.

3.3.5. Método de caracterización de la materia prima

a. Determinación de la composición química proximal de las harinas de tocosh, tarwi y trigo

La caracterización proximal de las harinas de trigo, tocosh y tarwi, fueron realizados fueron los siguientes:

- Determinación del contenido de humedad (Método de la estufa, A.O.A.C., 1990).
- Determinación del contenido de proteína (Método Kjeldahl, A.O.A.C.2001.11, 2012)
- Determinación del contenido de grasa (Método Soxhlet, A.O.A.C. 963.15, 2005)
- Determinación del contenido de cenizas (Técnica cenizas en seco, NTP 205.038, 1975) (Rev. 2016)

- Determinación del contenido de carbohidratos
- Se obtuvo restando 100% de la suma de los porcentajes de humedad (H), proteínas (P), grasa (G), ceniza (C).

$$\% \text{Carbohidratos: } 100 - (\%H + \%C + \%G + \%P)$$

b. Determinación de la composición fisicoquímica de las harinas de tocosh, tarwi y trigo

- Determinación de color

La determinación del color de las harinas de tocosh, tarwi y trigo, se llevó a cabo mediante un colorímetro (marca KONICA MINOLTA), basado en el sistema CIE-lab, determinándose los valores L* luminosidad (negro 0/ blanco 100), a* (verde -/ rojo +) y b* (azul-/amarillo +). La cromacidad (C*) y el ángulo de tonalidad (h*).

$$\text{Cromacidad} = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$\text{Angulo de tonalidad} = \arctg b^*/a^*$$

- Determinación de granulometría (Metodo A.O.A.C. 965.22, 1982) (Codex Stan 155, 1985)

Para esta operación de empleo un tamizador magnético con juego de mallas N°45, N°60 y N°80, con lo que se obtuvo harinas finas de trigo, tocosh y tarwi.

3.3.6. Diseño experimental

El diseño experimental que se eligió es un diseño de Superficie de Respuesta de tipo “Diseño Central Compuesto Central Rotacional (DCCR) 2²”, considerando 4 ensayos factoriales, 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones del punto central, obteniéndose un total 11 formulaciones, evaluándose el efecto de las variables independientes (concentraciones de harinas en %) con respecto a las variables independientes (características fisicoquímicas y tecnológicas de las formulaciones de bizcochos), las cuales se describen en la tabla 13.

Tabla 13: Niveles de las variables independientes del diseño experimental (DCCR) 2², incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central.

Variables Independientes	Niveles				
	- α	-1	0	+1	+ α
Concentración porcentual de harina de tocosh (%p/p)	2	2.9	5	7.1	8
Concentración porcentual de harina de tarwi (%p/p)	2	3	4	5	6

Tabla 14: Variables dependientes del delineamiento experimental (DCCR) 2²

Análisis	Variables dependientes
Caracterización porcentual	- Proteína (%)
	- Humedad (%)
	- Cenizas (%)
	- Grasas (%)
	- Carbohidratos (%)
Caracterización tecnológica	- Textura instrumental (Dureza (N))
	- Color instrumental
	- Volumen específico (cm ³ /g)
	- Color instrumental (miga y corteza)
Análisis sensorial	- Color de la superficie
	- Olor
	- Sabor

Según el diseño experimental selección (DCCR 2²), la matriz experimental con un total de 11 formulaciones, se muestran en la tabla 15.

Tabla 15: *Matriz experimental del Diseño Central Compuesto Rotacional (DCCR) 2²*

Experimentos	Valores codificados		Valores reales	
	X1	X2	Harina de tocosh (%)	Harina de tarwi (%)
1	-1	-1	2.9	3.0
2	1	-1	7.1	3.0
3	-1	1	2.9	5.0
4	1	1	7.1	5.0
5	- α	0	2.0	4.0
6	+ α	0	8.0	4.0
7	0	- α	5.0	2.0
8	0	+ α	5.0	6.0
9	0	0	5.0	4.0
10	0	0	5.0	4.0
11	0	0	5.0	4.0

3.3.7. Metodología de caracterización del producto final

a. Caracterización funcional de los bizcochos

- Determinación del contenido de proteína (Método Kjeldahl, A.O.A.C. 2001.11, 2012)

b. Caracterización tecnológico de los bizcochos

– Volumen específico

La determinación del volumen específico de los bizcochos, se determinó por el método de desplazamiento de semilla, y fue desarrollada en los bizcochos, luego de que pasaran la etapa de enfriamiento.

– Análisis de textura instrumental

Se utilizó un Analizador de TEXTURA BROOKFIELD CT3, el cual está acoplado al software TexturePro CT V1.4 Build 17, el cual se encuentra provisto de una plataforma de aluminio, en donde se colocaron los bizcochos, con una celda de carga de hasta 500 N, a una velocidad de 0.5 mm/s, aplicándole una prueba de compresión, para poder determinar el parámetro de dureza (N).

– **Análisis de color instrumental**

El determinación del color de la corteza y la miga de los bizcochos, se determinó mediante un colorímetro (marca KONICA MINILTA), basado en el sistema CIE-lab, determinándose los valores L* luminosidad (negro 0/blanco 100), a* (verde-/rojo+) y b* (azul-/amarillo +). La cromaticidad (C*) y el ángulo de tonalidad (h*).

Para el cálculo se utilizaron las siguientes ecuaciones

$$\text{Cromaticidad} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$\text{Angulo de tonalidad} = \arctg b^*/a^*$$

c. Análisis sensorial

Para el análisis sensorial, se utilizaron pruebas afectivas con la finalidad de reconocer cuál de las formulaciones realizadas de los bizcochos tiene mayor aceptabilidad en base a sus características. Permitiendo así determinar en base a la precisión de los panelistas el grado en que le gusta o disgusta los bizcochos, para lo cual se empleó una prueba hedónica, con una escala de 7 puntos y una cantidad de 38 panelistas semientrenados, pertenecientes a la E.A.P. Ingeniería Agroindustrial en un rango de edad de 18 a 25 años.

Los datos que se obtuvieron de la encuesta realizada a los 38 panelistas, fueron tratados estadísticamente, mediante la prueba de ANOVA y la prueba Tukey para determinar las posibles diferencias significativas, considerando las diferencias significativas al nivel de $p < 0.05$.

ANÁLISIS SENSORIAL Y ACEPTABILIDAD DE LOS BIZCOCHOS

Nombre: _____ Edad: _____

Fecha: ____/____/____ Sexo: E____ M____

INSTRUCCIONES: Ud. Está recibiendo 11 muestras de BIZCOCHOS. Por favor, indique cuanto le gusto o disgusto cada atributo de cada bizcocho; escriba el código y puntaje de evaluación correspondiente en el cuadro de la parte inferior.

Tabla 1: Puntaje de Evaluación a bizcochos

PUNTAJE	CATEGORIA
1	No me gusta
2	Me disgusta
3	Me disgusta poco
4	Ni me gusta ni me disgusta
5	Me gusta poco
6	Me gusta
7	Me gusta mucho

Tabla 2: Puntaje para cada atributo de los Bizcochos

CODIGO DE MUESTRA	PUNTAJE PARA CADA ATRIBUTO			
	OLOR	COLOR	TEXTURA	SABOR

Figura 4: *Ficha de evaluación sensorial*

3.3.8. Elección de la formulación óptima

Para la elección de la formulación óptima de los bizcochos, se utilizó la optimización de múltiples respuestas, utilizando el software statgraphics, para la cual se maximizó la variable dependiente proteína, mientras que para las variables dependientes (dureza, luminosidad, cromaticidad, ángulo de tonalidad y volumen específico) al no tener un límite de control específico se contrastó con la formulación que obtuvo mayor puntaje de aceptación en la encuesta, con la finalidad de elegir el % de harina de tocosh y tarwi que otorguen una mayor deseabilidad global.

3.3.9. Caracterización de composición química proximal de la formulación óptima.

- Determinación del contenido de humedad (Método de la estufa, A.O.A.C., 1990).
- Determinación del contenido de proteína (Método Kjeldahl, A.O.A.C. 2001.11, 2012).
- Determinación del contenido de grasa (Método Soxhlet, A.O.A.C. 963.15, 2005).
- Determinación del contenido de cenizas (NTP 205.038,1975) (Rev. 2016)
- Determinación de fibra dietética total (método enzimático-gravimétrico, A.O.A.C. 985.29, 2016).
- Determinación del contenido de carbohidratos
Por diferencia, restando el 100% de la suma de porcentajes de humedad (H), proteína (P), grasa (G), cenizas (C) y fibra (F).
$$\% \text{Carbohidratos: } 100 - (\%H + \%C + \%G + \%P + \%F)$$

3.3.10. Vida útil de la formulación óptima y control

Para el estudio de vida útil del bizcocho optimizado y el control, para cual se evaluó para 8 días. Donde los bizcochos se envasaron en envases de polipropileno y las cuales fueron almacenados a temperatura ambiente 27°C en época de verano con una humedad relativa de 77%.

Se analizaron los bizcochos desde el tiempo 0, 2,4 y 8 días.

Y se evaluaron en cada día controles como análisis sensorial (olor, color, sabor, textura), perfil de textura (dureza), humedad y acidez. Luego se ajustó a un modelo matemático la cinética de deterioro de la textura, el cual resultó ser el más vulnerable en el almacenamiento, en las condiciones señaladas anteriormente.

3.3.11. Análisis microbiológico

Se determinó el recuento de mohos y levaduras en el bizcocho con mejor formulación y el control, cuyo análisis se realizó en el laboratorio COLECBI.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Determinación de la composición química proximal de las harinas de trigo, tocosh y tarwi

4.1.1. Harina de trigo

a. Composición química proximal de la harina de trigo

Se determinó el contenido porcentual de humedad, grasa y cenizas, presentes en la harina de trigo, tal y como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16: Composición química proximal de la harina de trigo

Componente	Harina de trigo	
	Valores obtenidos	Valores teóricos**
	%*	%*
% Humedad	13.1179±0.0189	11.92
% Grasa	1.4521±0.5634	0.98
% Cenizas	0.4014±0.0473	0.47
% Carbohidratos	85.0285±0.5918	74.31

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

FUENTE: **Carrera, *et al.*, (2019).

La harina es uno de los ingredientes más importantes y principales, en el proceso de elaboración de productos panaderos, siendo la humedad uno de sus componentes principales, la NTP 205.064, (2015) argumenta que las harinas deben tener un máximo 15% en contenido de humedad, la cual

comparado con la obtenido de la marca comercial Nicolini es de $13.1179 \pm 0.0189\%$, esta se encuentra dentro del límite establecido por la norma.

Por otro lado Carrera, *et al.*, (2019), encontró un valor de 11.92%, el cual es menor a lo que se obtuvo en la tabla 16, sin embargo ambos se encuentran dentro de lo establecido por la norma.

En cuanto al contenido de grasa, Carrera, *et al.*, (2019), encontró un valor de 0.47%, el cual es similar a lo reportado en la tabla 16, siendo su valor de $0.4014 \pm 0.0473\%$.

Mientras que el contenido de cenizas, Dziki, *et al.*, (2019), obtuvo un valor de 0.63%, el cual comparado a lo obtenido es ligeramente superior a lo obtenido ($0.4014 \pm 0.0473\%$).

También se determinó el contenido de carbohidratos, obteniendo un valor de $85.0285 \pm 0.5918\%$, lo cual es un valor mayor a lo que determino Laborín, *et al.*, (2018), el cual obtuvo un valor de 75.3%.

b. Colorimetría de la harina de trigo

Se determinó el color que presenta la harina de trigo comercial, para lo cual se utilizó el colorímetro, los valores obtenidos de luminosidad, a*, b*, cromaticidad y ángulo de tonalidad, se muestran en la siguiente tabla 17.

Tabla 17: *Determinación de la colorimetría de la harina de trigo*

Parámetros	Harina de tocosh	
	Valores obtenidos*	Valores teóricos **
Luminosidad (L)	89.5571 ± 0.2238	95.98 ± 0.09
a*	-0.4226 ± 0.0099	-0.48 ± 0.03
b*	10.0511 ± 0.1045	13.71 ± 0.12
Cromaticidad (C°)	10.0599 ± 0.1043	13.72 ± 0.12
Angulo de tonalidad (h°)	92.4077 ± 0.0665	92.01 ± 0.13

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

Fuente: **Carranza y Toro, (2018).

Se determinó el valor de luminosidad (L), que presenta la harina de trigo comercial, encontrando un valor de 89.5571 ± 0.2238 , lo cual es un valor menor a lo que obtuvieron Carranza y Toro, (2018), ya que ellos obtuvieron un valor de 95.98 ± 0.09 , sin embargo, ambos datos indican una luminosidad alta, es decir que presenta una tendencia al blanco.

Para el parámetro a^* , el valor que se obtuvo fue de -0.4226 ± 0.0099 , lo cual es similar a lo reportado por Carranza y Toro, (2018), encontrando un valor de -0.48 ± 0.03 , sin embargo, Díaz y Espinoza, (2022), determinaron un valor de a^* mayor a lo obtenido, el cual fue de -8.333 ± 0.2082 .

En cuanto al parámetro b^* , se obtuvo un valor de 10.0511 ± 0.1045 , lo cual es menor a lo que obtuvo Carranza y Toro, (2018), el cual fue de 13.71 ± 0.12 .

Estos valores de a^* y b^* , nos dieron un valor de cromaticidad y ángulo de tonalidad de 10.0599 ± 0.1043 y 92.4077 ± 0.0665 , respectivamente, indicando que la tonalidad que presenta la harina de trigo se encuentra en el segundo cuadrante, presentando una inclinación al amarillo, lo cual le resulto similar a lo que obtuvo Carranza y Toro, (2018), obteniendo valores de 13.72 ± 0.12 y 92.01 ± 0.13 , respectivamente.

c. Granulometría de la harina de trigo

Se determinó la granulometría de la harina de trigo comercial, para lo cual, se pasó 100.3 gr de harina de trigo y esta se pasó por los tamices N° 30, 80 y 120, utilizando una amplitud de 2.0 mm y un tiempo total de 1 min, en un intervalo de tiempo de 2 segundos, obteniendo los resultados mostrados en la tabla 18.

Tabla 18: *Parámetros granulométricos de la harina de trigo*

N° tamiz	N° Diámetro de las partículas (µm)	Producto rechazado (gr)	Producto cernido (gr)	%Producto rechazado	%Producto cernido
30	600	0.5	99.8	0.4985%	99.5015%
60	250	13.7	86.1	13.6590%	85.8425%
80	180	39.2	46.9	39.0828%	46.7597%
120	125	30.9	16	30.8076%	15.9521%

Tal como se muestra en la tabla 18, la harina de trigo se pasó por diferentes números de tamices (30, 60, 80 y 120), donde la mayoría de gránulos pasaron por los tamices 30 y 60, sin embargo, a partir de los tamices 80 y 120, la cantidad de harina cernida disminuyó, llegando a cernir solo un 15.95%, el tamiz N° 120.

El resultado que se obtuvo, también lo obtuvo Díaz y Espinoza, (2022), donde al pasar la harina de trigo comercial por un tamiz N°30, el porcentaje de harina cernida fue de 98.57%, mientras que para el tamiz N°80, solo se obtuvo un 58.49% de harina de trigo cernida.

4.1.2. Harina de tocoh

a. Composición química proximal de la harina de tocosh

Se determinó el contenido % de humedad, proteína, grasa y cenizas, presentes en la harina de trigo, tal y como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19: Composición químico proximal de la harina de tocosh

Componente	Harina de tocosh		
	Valores obtenidos %*	Valores teóricos %*	
		a*	b*
% Humedad	11.8765±0.4546	11.41	13.24±0.4
% Proteína	2.20	3.22	3.89±0.24
% Grasa	0.0659±0.0933	1.15	0.85±0.14
% Cenizas	0.3042±0.0304	-	1.62±0.17
% Carbohidratos	85.8139±0.0475	82.77	80.4

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

FUENTE: Ambrosio y Ramos (2018) y Paredes (2018)

El contenido de humedad presente en las harinas, es un factor importante, en el Perú NTP 205.064, (2015) argumenta que las harinas deben tener un máximo 15% en contenido de humedad, lo cual comparado con el porcentaje de humedad que se obtuvo para la harina de tocosh (11.8765%), se encuentra dentro del rango establecido.

Sin embargo, si comparamos el valor obtenido con otras investigaciones, existe una pequeña variaciones tal y como se muestra en la tabla 19, encontrándose un mayor valor de humedad de 13.24% y un menor contenido de humedad de 11.41%. (Ambrosio y Ramos, 2018 y Paredes, 2018).

En cuanto al % de proteína obtenido en la harina de tocosh (2.20%), comparado con otras investigaciones difieren, como es el caso de Ambrosio y Ramos (2018), donde encontraron un valor de mayor 3.22% en el contenido de proteína de tocosh de papa las cuales fueron adquiridas del departamento de Huánuco. Por otro lado, los resultados obtenidos muestran que la harina de tocosh presenta valores bajos de grasa (0.0659%), el mismo resultado fue encontrado por Oyola y Padilla (2020), donde encontraron un valor de 0.4% de grasa presente en la harina de tocosh.

En cuanto al contenido de cenizas presentes en la harina de tocosh, Oyola y Padilla (2020), encontró un valor de cenizas de 0.55%, el cual es muy similar al que al que se encontró (0.3042%).

Mientras que el contenido de carbohidratos en harinas de tocosh (85.8139%), cuyo valor no difiere a lo encontrado por Ambrosio y Ramos (2018), el cual encontró un valor de 82.77%.

b. Colorimetría de la harina de tocosh

Se determinó el color presente en la harina de tocosh, para lo cual se utilizó el colorímetro, obteniéndose valores de luminosidad, a*, b*, cromaticidad y ángulo de tonalidad, tal y como se muestra en la siguiente tabla 20.

Tabla 20: *Determinación colorimétrica de la harina de tocosh*

Parámetros	Harina de tocosh	
	Valores obtenidos*	Valores teóricos **
Luminosidad (L)	81.475±0.4313	80.85±0.78
a*	0.015±0.0354	23.78±0.52
b*	9.735±0.1061	35.93±0.07
Cromaticidad (C°)	9.735±0.1060	43.08±0.01
Angulo de tonalidad (h°)	90.0894±0.2091	56.50±0.67

Nota. *Media basada en dos repeticiones + DS

Fuente: **Paredes, (2018)

La tabla 20, muestra los valores medios y desviación estándar de los parámetros colorímetros (luminosidad, a*, b*, cromaticidad y ángulo de tonalidad) que presentan la harina de tocosh.

Mostrando en primer lugar, el valor de luminosidad que presenta la harina de tocosh (81.475±0.4313), lo cual comparado con lo obtenido por Paredes, (2018), es muy similar, lo que indica que la harina de tocosh presenta una luminosidad clara, con tendencia al blanco.

Mientras que los valores de a^* y b^* , presentaron valores de 0.015 ± 0.0354 y 9.735 ± 0.1061 , indicando al ser positivo el valor de a^* , marca una inclinación ligera hacia el color rojo, mientras que el b^* , muestra una tendencia al color amarillo.

Paredes, (2018), encontró valores de 23.78 ± 0.52 , para a^* , mientras que para b^* , tuvo un valor de 35.93 ± 0.07 , mostrando que también tiende tendencia al color rojo y amarillo.

También se presentó los valores promedios de cromaticidad siendo de 9.735 ± 0.1060 , mientras que Paredes, (2018), encontró valores mayores de cromaticidad (43.08 ± 0.01).

La harina de tocosh presento valores de ángulo de tonalidad de 90.0894 ± 0.2091 , mientras que Paredes, (2018), obtuvo un valor menor, el cual fue 56.50 ± 0.67 , que indica que se encuentra el primer cuadrante, lo que corresponde al color plomo con tendencia más al blanco.

c. Granulometría de la harina de tocosh

Se determinó la granulometría de la harina de tocosh, para lo cual, se pasó 100 gr de harina de tocosh por los tamices N° 30, 80 y 120, utilizando una amplitud de 2.0 mm y un tiempo total de 1 min, en un intervalo de tiempo de 2 segundos, obteniendo los resultados mostrado en la tabla 21.

Tabla 21: *Parámetros granulométricos de la harina de tocosh*

N° tamiz	N° Diámetro de las partículas (μm)	Producto rechazado (gr)	Producto cernido (gr)	%Producto rechazado	%Producto cernido
30	600	0.2	99.8	0.2%	99.8%
60	250	3.1	96.7	3.1%	96.7%
80	180	3.6	93.1	3.6%	93.1%
120	125	6.1	86.2	6.1%	86.2%

La tabla 21, muestra los porcentajes de retención de partículas, para los tamices de 30, 60, 80 y 120, así como también la cantidad de producto que ha sido cernido, encontrando que para

el tamiza N°30, se presentó el menor porcentaje de retención de partículas, y por ende un mayor producto de harina de tocosh que fue cernida.

De la misma forma, Oyola y Padilla, (2020), al determinar el perfil granulométrico de la harina de tocosh, encontraron valores similares de porcentaje de retención de partículas en los tamices 30 y 60, siendo estas 0.5% y 6.5%, mientras que al aumentar el N° de tamiz, el porcentaje de retención de partículas que presento la harina de tocosh es mayor, llegando a 80% para el tamiz de N°200.

4.1.3. Harina de tarwi

a. Composición química proximal de la harina de tarwi

Se determinó el contenido porcentual de humedad, proteína, grasa y cenizas, presentes en la harina de tarwi, tal y como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22: Composición químico proximal de la harina de tarwi

Componente	Harina de tarwi		
	Valores obtenidos %*	Valores teóricos %	
		a**	b***
% Humedad	5.3131±0.1226	9.9%	7.00±0.03
% Proteína	51.68	52.9%	52.82±0.02
% Grasa	22.5128±0.0149	21.6%	17.78±0.0.64
% Cenizas	1.7112±0.0161	2.8%	2.95±0.07
% Carbohidratos	18.8534±1.5275	12.8%	-

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

FUENTE: **Vidaurre-Ruiz, *et al.*, (2019) y ***Salazar, *et al.*, (2021).

El valor de humedad que se obtuvo de la harina de tarwi, fue de 5.3131±0.1226%, el cual es un valor que se encuentra dentro de los rangos que indican Vidaurre-Ruiz, *et al.*, (2019) y Salazar, *et al.*, (2021), en sus investigaciones los cuales fueron de 9.9%

y $7.00 \pm 0.03\%$ respectivamente, tal y como se muestra en la tabla 22.

Sin embargo, este valor obtenido de humedad ($5.3131 \pm 0.1226\%$), encontrándose dentro del rango establecido, por la NTP 205.064, (2015) donde indica que las harinas deben tener un máximo 15% en su contenido de humedad.

Uno de los componentes principales que presenta la harina de tarwi, y por lo que es característica es el contenido de proteína con un valor de 51.68%, valor que resulta similar a lo obtenido por Salazar, *et al.*, (2021), el cual fue de $52.82 \pm 0.02\%$, sin embargo, difiere con lo obtenido por Plustea, *et al.*, (2022), el cual obtuvo un valor de $30.95 \pm 0.02\%$.

En cuanto al contenido de grasa que presenta la harina de tarwi, este presenta un valor de $22.5128 \pm 0.0149\%$, el cual es similar a lo reportado por Carrasco-Valencia, *et al.*, (2020), el cual fue de 22%, sin embargo, Salazar, *et al.*, (2021), reporto un valor menor de a lo que se encontró, el cual fue de $17.78 \pm 0.064\%$.

En cuanto al contenido de ceniza, Resell, *et al.*, (2009), reporto un valor de $2.61 \pm 0.09\%$, el cual es mayor a lo encontrado, el cual fue de $1.7112 \pm 0.0161\%$.

b. Colorímetro de la harina de tarwi

Los resultados para la medición de color en la harina de tarwi, donde se obtuvo valores de luminosidad, a^* , b^* , cromaticidad y ángulo de tonalidad, se muestran en la tabla 23.

Tabla 23: *Determinación colorimétrica de la harina de tarwi*

Parámetros	Harina de tarwi	
	Valores obtenidos*	Valores teóricos **
Luminosidad (L)	74.89 ± 0.0424	77.37 ± 0.14
a^*	0.02 ± 0.09899	0.32 ± 0.13
b^*	24.395 ± 0.5162	25.06 ± 0.11
Cromaticidad (C°)	24.3951 ± 0.5163	25.36 ± 0.14
Angulo de tonalidad (h°)	89.9555 ± 0.2316	92.59 ± 0.80

Nota. *Media basada en dos repeticiones + DS

Fuente: **Salazar, *et al.*, (2021)

Se obtuvieron valores de Luminosidad (74.89 ± 0.0424), a^* (0.02 ± 0.09899), b^* (24.395 ± 0.5162), C° (24.3951 ± 0.5163) y h° (89.9555 ± 0.2316), los cuales comparados a lo que obtuvo Salazar, *et al.*, (2021), los cuales fueron de Luminosidad (77.37 ± 0.14), a^* (0.32 ± 0.13), b^* (25.06 ± 0.11), C° (25.36 ± 0.14) y h° (92.59 ± 0.80), no se encontraron mucha diferencia.

Al presentar un valor de L de 74.89 ± 0.0424 , nos indica que la harina presenta un color claro, mientras que el valor de a^* (0.02 ± 0.09899), indica que la harina de tarwi, un color anaranjado y amarillo, atribuyéndose a estos colores al contenido de flavonoides y carotenoides.

También presento un valor de 24.3951 ± 0.5163 de cromacidad, y finalmente el ángulo de tonalidad presento un valor de 89.9555 ± 0.2316 .

c. Granulometría de la harina de tarwi

Se determinó la granulometría de la harina de tarwi, para lo cual, se pasó 100.2 gr de harina de tarwi y se pasó por los tamices N° 30, 80 y 120, utilizando una amplitud de 2.0 mm y un tiempo total de 2 min, en un intervalo de tiempo de 2 segundos, obteniendo los resultados mostrados en la tabla 24.

Tabla 24: *Parámetros granulométricos de la harina de tarwi*

N° tamiz	N° Diámetro de las partículas (μm)	Producto rechazado (gr)	Producto cernido (gr)	%Producto rechazado	%Producto cernido
30	600	9.3	90.9	9.2814%	90.7186%
60	250	85.8	5.4	85.6287%	5.3892%
80	180	5.1	0.3	5.08982%	0.2994%
120	125	0.3	0	0.2994%	0%

La tabla 24, muestra los porcentajes de retención de partículas, para los tamices de 30, 60, 80 y 120, así como también la cantidad de producto que ha sido cernido, en la harina de tarwi sin desgrasar, encontrando que para el tamiz N°30, se presentó el menor porcentaje de retención de partículas, y por ende un mayor producto de harina de tarwi que fue cernida, mientras que al aumentar el N° de tamiz, el porcentaje de producto cernido va disminuyendo, llegando al tamiz N° 120, donde no llega a pasar nada de producto.

Esto debido a que el tamaño de las partículas de la harina va a depender del número de tamiz, el tiempo de molienda así como el contenido de humedad y grasa ya que puede ocasionar que los granos tienden a cohesionarse, y esto se demostró al determinar la granulometría de la harina de chocho y la harina tostada de tarwi, encontrando que para la malla de 250 µm solo retuvo 19.76 a 35.40% de la harina de chocho, mientras que la malla de 180 µm solo retuvo un 52.33 a 64.32% de la harina tostada de tarwi. (Tintaya, 2017).

4.2. Evaluación de los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por tocosh y tarwi

4.2.1. Evaluación funcional de los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por tocosh y tarwi

a. Evaluación del contenido de proteína

La tabla 25, muestra el contenido de proteína (%), que presenta cada una de las 11 formulaciones de bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Cabe resaltar, que el contenido de proteína que se determinó tanto para las formulaciones de los bizcochos como para el bizcocho control, fueron obtenidas a partir del laboratorio COLECBI, en el anexo 18 se encuentra detallado el informe y/o certificado.

Tabla 25: *Porcentaje de proteína presente en los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Formulaciones	Harina de tocosh (%)	Harina de tarwi (%)	Proteína* (%)
F1	2.9	3.0	7.90
F2	7.1	3.0	7.95
F3	2.9	5.0	8.42
F4	7.1	5.0	8.15
F5	2.0	4.0	8.48
F6	8.0	4.0	8.08
F7	5.0	2.0	7.98
F8	5.0	6.0	8.32
F9	5.0	4.0	8.33
F10	5.0	4.0	8.24
F11	5.0	4.0	8.29
CONTROL	0	0	8.26

Nota. *Promedio de 2 repeticiones

Al analizar el porcentaje de proteína, que presenta cada una de las formulaciones de bizcochos, se encontró que estos valores van desde los 7.90% a los 8.48%. Siendo la formulación F5 (2% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), la que presenta un mayor % de proteína siendo esta de 8.48%, en comparación de las demás formulaciones.

Por el contrario, el bizcocho que presenta la formulación F1 (2.9% de harina de tocosh y 3% de harina de tarwi), es la que tiene un menor porcentaje de proteína el cual es de 7.90%, lo cual se puede visualizar mejor en la figura 5.

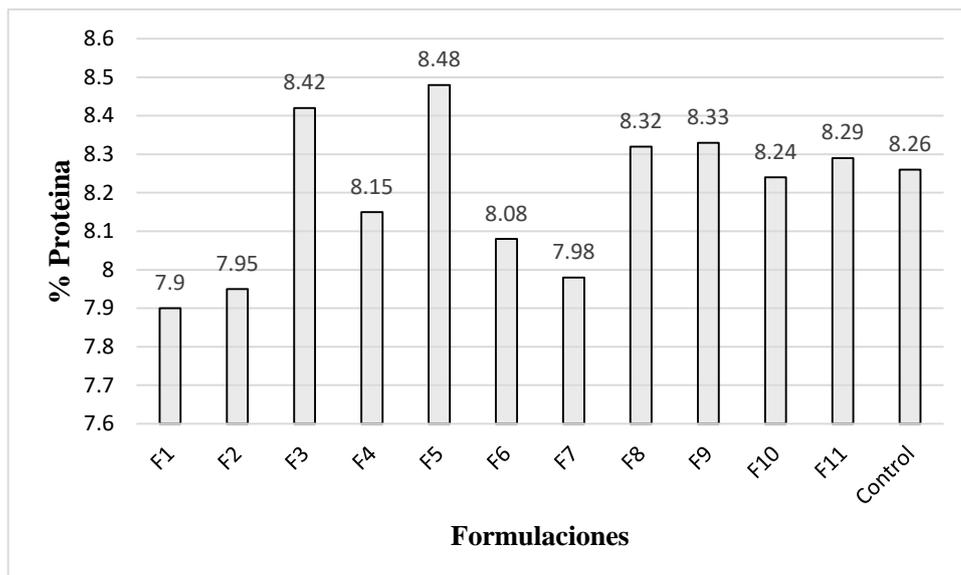


Figura 5: Porcentaje de proteína presente en los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Asimismo, si comparamos el porcentaje de proteína que presenta el bizcocho control (100% harina de trigo), con las demás formulaciones realizadas, se puede observar que el bizcocho control presenta un porcentaje de proteína de 8.26%, siendo menor a lo que presentan las formulaciones F3 (8.42%), F5 (8.48%), F8 (8.32%), F9 (8.33%), F10 (8.24%) y F11 (8.29%).

Este mayor porcentaje de proteína que presentan las formulaciones mencionadas anteriormente (F3, F5, F8, F9, F10 y F11), se debe principalmente por presentar un mayor contenido de harina de tarwi, ya que la harina de tarwi presenta una mayor influencia en el contenido de proteína, además de ser conocido por presentar un alto contenido de proteína en su composición, el cual puede llegar hasta los 40% de proteína cruda, en comparación de la harina de tocosh. Petterson, (2016).

Esta influencia que presenta la harina de tarwi en los bizcochos se puede demostrar al comparar la F1 (2.9% de harina de tocosh y 3% de harina de tarwi) con la F5 (2% harina de tocosh y 4%

harina de tarwi), donde se ve que al aumentar el contenido de harina de tarwi el contenido de proteína aumenta, sin embargo, por el contrario aumenta el porcentaje de harina de tocosh y la harina de tarwi disminuye como es el caso de la F7 (5% de harina de tocosh y 2% de harina de tarwi), el contenido de proteína no aumenta, incluso es menor a las demás formaciones.

Este aumento en el contenido de proteína en los bizcochos, lo visualizaron diferentes investigaciones al elaborar diferentes productos, como es el caso de Gutiérrez-Castillo, *et al.*, (2022), en donde elaboraron pan donde se le adiciono un 6.65% de harina de tarwi mostro un efecto positivo sobre la calidad nutricional en los panes en comparación al pan con 100% de harina de trigo.

De igual forma Márquez-Villacorta, *et al.*, (2021), al elaborar una bebida funcional a base de leche fresca, tarwi y avena, encontró que al adicional el tarwi en un 39.9%, obtuvo un contenido proteínas de 3.75%.

Perez, *et al.*, (2017), al elaborar un extruido a partir de harina de quinoa y tarwi, encontró, que el aumentar el porcentaje de harina de tarwi, el contenido de proteína donde al agregar 16% de harina de tarwi, presento un contenido de proteína de 17.33%, mientras que al agregar un contenido de proteína de 26%, el contenido de proteína aumento a un 21.65%.

Se realizó un análisis estadístico para determinar la significancia que presenta la incorporación de las harinas de tarwi y tocosh en la elaboración del bizcocho.

Para lo cual se determinó el diagrama de Pareto, con la finalidad de determinar si la hipótesis nula planteada anteriormente se confirma o no.

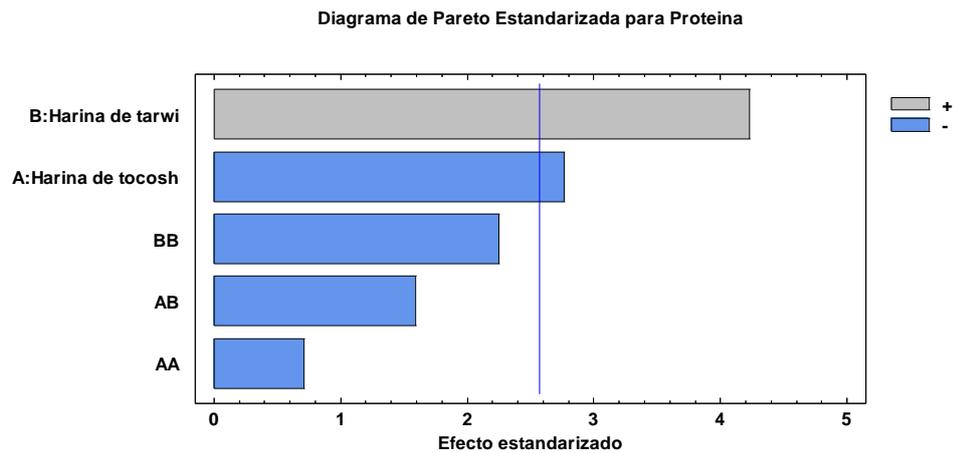


Figura 6: *Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de las variables independientes en el contenido de proteína de los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de la harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

El diagrama de Pareto mostrado en la figura 6, indica que tanto la harina de tocosh como la de tarwi, en su forma líneas, así como la forma cuadrática de la harina de tarwi, son estadísticamente significativos en cuanto al nivel de proteína que presentan los bizcochos, con un nivel de significancia del 95%.

Donde la harina de tarwi, tiene un efecto significativo en el nivel de proteína que presenta los bizcochos, eso quiere decir que mientras más se incrementa el porcentaje de harina de tarwi en las formulaciones, el nivel de proteína que presenta los bizcochos también se incrementa, a diferencia de la harina de tocosh el cual tiene un efecto negativo, en cuanto al nivel de proteína.

– **Análisis de varianza para el porcentaje de proteína en bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de la harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.**

Para el análisis de varianza, se realizó el análisis de ANOVA, tal y como se muestra en la tabla 26, con la

finalidad de ver la significancia que presenta en el contenido de proteína (%), de las harinas de tocosh y tarwi.

Tabla 26: *Análisis de varianza para el contenido de proteína (%) de bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P*
A:Harina de tocosh	0.0771627	1	0.0771627	7.66	0.0394
B:Harina de tarwi	0.18025	1	0.18025	17.90	0.0082
AA	0.00508232	1	0.00508232	0.50	0.5091
AB	0.0256	1	0.0256	2.54	0.1717
BB	0.0509649	1	0.0509649	5.06	0.0743
Error total	0.0503371	5	0.0100674		
Total (corr.)	0.384341	10			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla de ANOVA mostrada, proporciona la variabilidad de proteína (%), para cada uno de los efectos de manera separada, para lo cual prueba la significancia estadísticas de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental estimado, mostrando que la harina de tocosh y tarwi en su forma lineal junto con la forma cuadrática de la harina de tarwi, tienen un valor de $p < 0.05$, indicando que son significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95%.

En cuanto al R-cuadrada, este indica que el modelo, así ajustado explica 86.903% de variabilidad en proteína, mientras que el R- cuadrada ajustada es el más adecuado para comprar modelos con diferentes números de variables independientes, el cual nos da un valor de 73.806%.

– **Efecto de las harinas de tocosh y tarwi en el contenido de proteína en bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi**

Se determinó la gráfica de efectos principales, tal y como se muestra la figura 7, donde se aprecia que el % de proteína presente en los bizcochos va a aumentar o disminuir dependiendo del % de harina que se le agrega.

Con respecto a la harina de tocosh, se puede observar que mientras más se incrementa el % de harina de tocosh presente en los bizcochos, el % de proteína que presentan empieza a disminuir.

Mientras que el % de la harina de tarwi presenta en los bizcochos, se comporta de manera muy diferente a la harina de tocosh en cuanto al % de proteína, donde al aumentar el % de harina de tarwi, aumenta el % de proteína presente en los bizcochos.

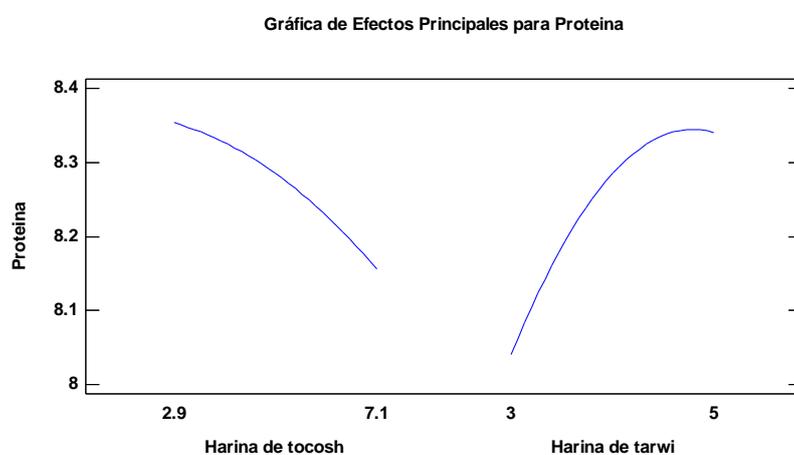


Figura 7: *Gráfica de efectos principales para proteína (%) de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

También de determino la interacción que muestra el contenido de proteína (%), con respecto a la variación del % de harina de tocosh y tarwi.

El grafico 8, muestra que ambas líneas no se cruzan entre si, lo que quiere decir que existe diferencia estadística significativa entre las interacciones de harina de tocosh y harina de tarwi.

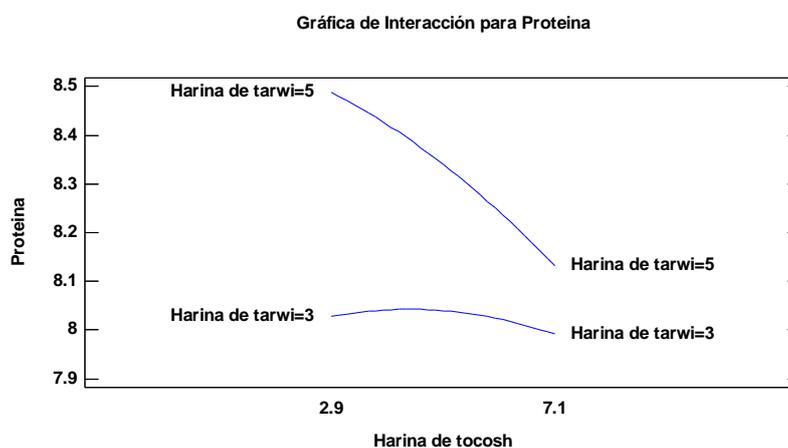


Figura 8: Grafica de interacción para proteína (%) de los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

– **Análisis de regresión del contenido de proteína en bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi**

Se determinó los coeficientes de regresión para cada uno de los factores, lineales, cuadráticos y de interacción, para obtener la ecuación predictiva de regresión cuadrática sobre el comportamiento en el contenido de proteína en bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 27: Coeficiente de regresión para proteína en bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Coefficiente	Estimado
constante	5.46644
A:Harina de tocosh	0.173641
B:Harina de tarwi	1.10058
AA	-0.00680269
AB	-0.0380952
BB	-0.0950006

Donde la ecuación del modelo ajustado es:

$$\%Proteína = 5.46644 + 0.173641*A + 1.10058*B - 0.00680269*A^2 - 0.0380952*A*B - 0.0950006*B^2$$

Donde:

A= % Harina de tocosh

B= % Harina de tarwi

La ecuación determina, representa el modelo matemático predictivo del contenido de proteína que presentan los bizcochos, en función de las concentraciones (%) de las harinas de tocosh y tarwi, y del cual se construye, las gráficas de superficie de respuesta y de contorno, las cuales se pueden apreciar en las figuras 9 y 10.

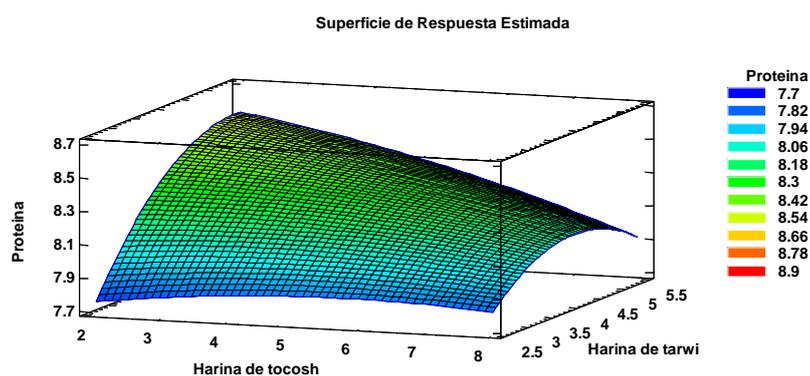


Figura 9: Grafico de superficie de respuesta para el contenido de proteína en bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

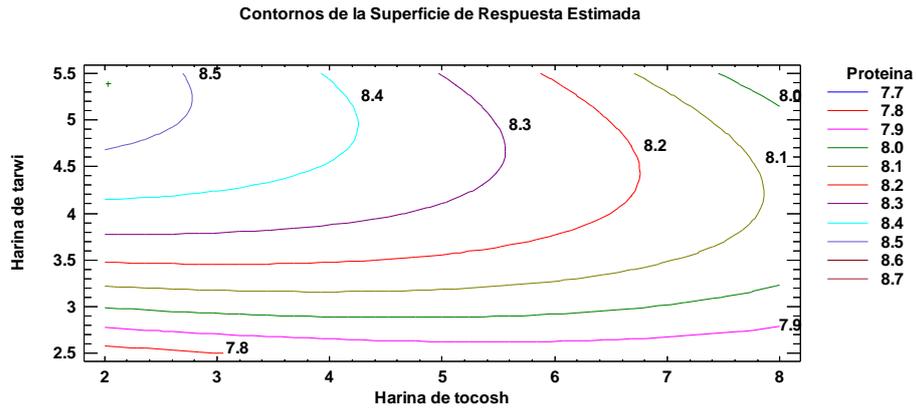


Figura 10: *Grafico de contornos de superficie de respuesta de proteína en bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

Tanto la figura 9 y 10, muestran que al incrementar el % de harina de tarwi, el contenido de proteína se va incrementando, lo mismo sucede si el % de tocosh va disminuyendo. De lo contrario, si la cantidad de harina de tocosh aumenta, el % de proteína que presenta los bizcochos disminuye.

Encontrando que el mayor contenido de proteína se localiza en la región que oscila en el color amarillo al rojo, para niveles altos de harina de tarwi y niveles menores de harina de tocosh.

– **Optimización en el contenido de proteína de los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.**

Se procedió a determinar los valores óptimos de harina de tocosh (%) y harina de tarwi (%), que son necesarios para obtener un bizcocho con un nivel máximo de proteína (8.54625%).

Tabla 28: *Niveles bajos, altos y óptimo de las harinas de tocosh y tarwi.*

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Harina de tocosh	2.03015	7.96985	2.03015
Harina de tarwi	2.58579	5.41421	5.3859

4.2.2. Evaluación tecnológica de los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

a. Evaluación de la textura instrumental

El análisis de perfil de textura conocida por sus siglas en inglés TPA, es una prueba instrumental la cual fue desarrollada para proporcionar mediciones objetivas de los parámetros de textura, el cual constituyen un parámetro importante de aceptabilidad en los alimentos. (Trinh, 2012).

Uno de los parámetros de textura, y el cual es importante en los bizcochos, es la dureza, ya que permite determinar su calidad, ya que presentar niveles de durezas altos, puede asociarse a que se encontrar rancio o puede presentar alguna amenaza de hongos. Ferro, (2020).

Este análisis de dureza (gf o N), consiste en comprimir los bizcochos hasta un 50% del espesor original, para lo cual se realizó en dos ciclos, con la finalidad de tratar de simular el comportamiento de masticar el alimento. (Vera, *et al.*, 2016)

Esta evolución de la dureza (N) que presento los bizcochos en cada una de las 11 formulaciones y el bizcocho control, elaborados a partir de la adición parcial de la harina de trigo por harina de tocosh y tarwi, se presentan en la tabla 29.

Tabla 29: Dureza (N) del bizcocho control y de los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Formulaciones	Harina de tocosh (%)	Harina de tarwi (%)	Dureza (N)
F1	2.9	3.0	16.341
F2	7.1	3.0	16.098
F3	2.9	5.0	14.155
F4	7.1	5.0	23.5415
F5	2.0	4.0	13.2912
F6	8.0	4.0	16.291
F7	5.0	2.0	18.3855
F8	5.0	6.0	9.0220
F9	5.0	4.0	5.82365
F10	5.0	4.0	5.251
F11	5.0	4.0	5.5315
CONTROL	0	0	2.799

Al analizar los valores de dureza (N), que presenta cada una de las formulaciones de bizcochos, se encontró que estos valores van desde los 5.251 N hasta los 23.5415 N. Siendo la formulación F4 (7.1% harina de tocosh y 5% harina de tarwi), la que presenta un mayor valor de dureza (23.5415 N) en comparación de las demás formulaciones.

Por el contrario, el bizcocho que presenta la formulación F10 (5% de harina de tocosh y 4% de harina de tarwi), es la que tiene un menor valor de dureza (5.251 N), lo cual se puede visualizar mejor en la figura 11.

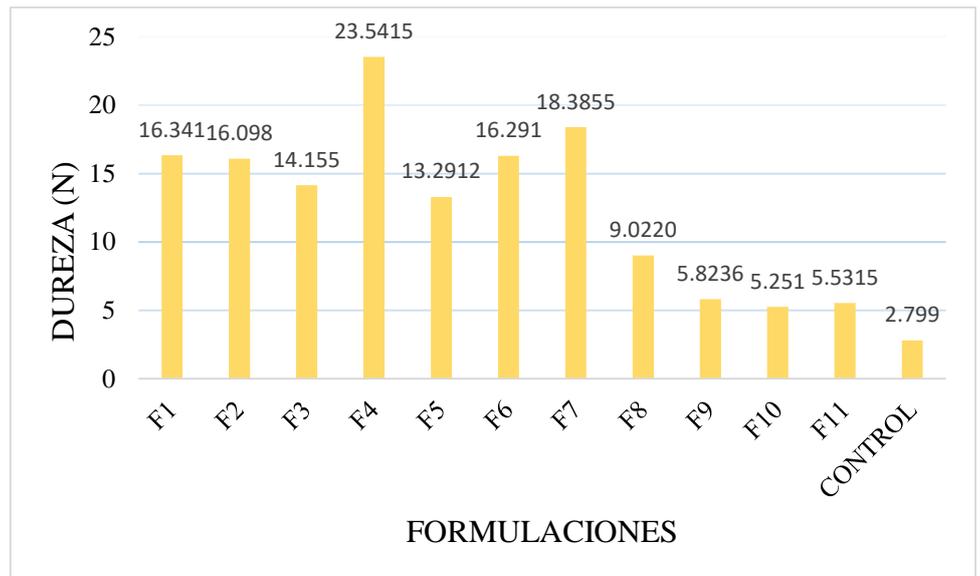


Figura 11: *Parámetro de textura-dureza (N) de bizcochos elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

Al momento de comparar el valor de dureza (N) que presenta el bizcochos control (100% harina de trigo), en comparación a los datos de dureza (N) que presenta las 11 formulaciones de bizcochos, nos podemos dar cuenta que las formulaciones presentan valores muy altos de dureza (N), siendo solo las formulaciones F8 (9.0220 N), F9 (5.8236 N); F10 (5.251 N) y F11 (5.5315), las que presentan valores menores.

A pesar que estas últimas 3 formulaciones mencionadas anteriormente, presentes valores de dureza (N) menores, estas en comparación al valor de dureza que presenta el bizcocho control el cual es de 2.799 N, es mucho mayor.

Se determinó el diagrama de Pareto de efectos estandarizados, con la finalidad de determinar cuál de los factores (lineal, cuadrático o interacción) influyen significativamente en la dureza que presenta los bizcochos.

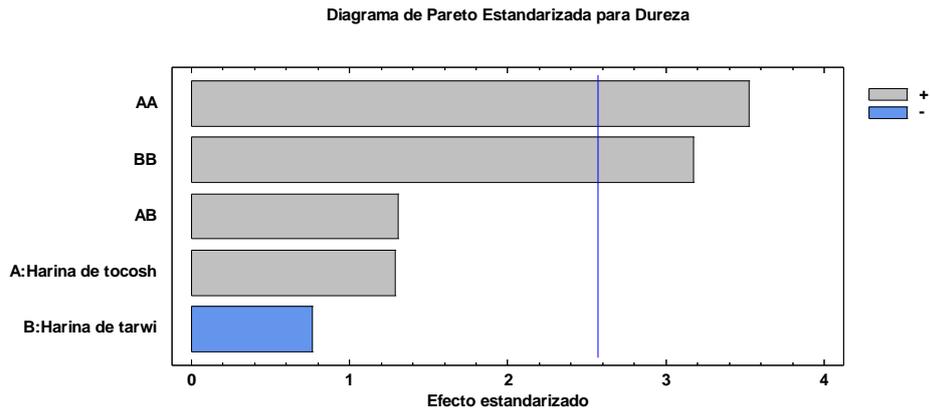


Figura 12: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de las variables independientes para el parámetro textural-dureza (N) de bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

El diagrama de Pareto que se muestra en la figura 12, indica que tanto la harina de tocosh como la de tarwi en su forma cuadrática tienen un efecto significativo sobre la dureza de los bizcochos, debido a que ambos sobrepasan la línea de referencia con un nivel de significancia del 5%.

La barra azul que corresponde a la harina de tarwi en su forma lineal, significa que el efecto que tiene esta en cuanto a la dureza, de los bizcochos es negativa lo que quiere decir que al aumentar el contenido de harina de tarwi en la formulación de los bizcochos, la dureza disminuye.

Este efecto negativo que presenta la harina de tarwi, en cuanto a la dureza, también lo determino Vidaurre-Ruiz, *et al.*, (2022), donde al momento de elaborar muffins con adición de harina de tarwi al 50%, la dureza que presento la miga no fue modificada.

Repo-Carrasco-Valencia, *et al.*, (2020), llegó a la misma conclusión al elaborar panes libres de gluten, donde también utilizó harina de tarwi (12%), donde obtuvieron panes con migas blandas.

Alvarez- Jubete, et al., (200), argumenta que el usar granos andinos, como es el caso del tarwi, en la elaboración de productos panaderos, ayuda a tener panes con migas blandas, esto debido a la presencia a la grasa, almidones, así como también sus bajos niveles de amilosa, que ayudan a que el pan tenga una mejor calidad y la vida útil.

Mientras que con la harina de tocosh sucede todo lo contrario, ya que presenta un efecto positivo en la dureza de los bizcochos, es decir que a mayor cantidad de harina de tocosh, los bizcochos presentarían una mayor dureza.

Este mismo resultado, encontró Galvez, (2021), al elaborar panes con adición de harina de tocosh, donde al aumentar el porcentaje de harina de tocosh los panes presentaron una textura más dura, lo que no fue agradable para los panelistas.

– **Análisis de varianza para el parámetro textura- dureza en bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.**

Para el análisis de varianza, se realizó el análisis de ANOVA, tal y como se muestra en la tabla 30, con la finalidad de ver la significancia que presenta en la variable respuesta dureza (N), las variables independientes (harinas de tocosh y tarwi).

Tabla 30: *Análisis de varianza para el parámetro textura- dureza de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Harina de tocosh	22.398	1	22.398	1.66	0.2543
B:Harina de tarwi	7.96893	1	7.96893	0.59	0.4772
AA	167.699	1	167.699	12.41	0.0169

AB	23.182	1	23.182	1.72	0.2472
BB	135.908	1	135.908	10.06	0.0248
Error total	67.5472	5	13.5094		
Total (corr.)	356.239	10			

Nota. Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla 30, de ANOVA, muestra que tanto la harina de tocosh en su versión cuadrática como la versión cuadrática de la harina de tarwi, muestran mayor significancia con un valor de $p < 0.05$, por lo que se afirma que existe una relación entre la dureza y la harina de tocosh y tarwi en su versión cuadrática.

Asimos se obtiene un valor de R^2 de 81.0388%, indicando que existe variabilidad en la dureza presentada en los bizcochos, y también se obtuvo un valor de R^2 ajustado de 62.0776%.

– **Efecto de las harinas de tocosh y tarwi en el parámetro de textura- dureza en bizcocho con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi**

Se determinó la gráfica de efectos principales, tal y como se muestra la figura 13, donde se aprecia que el comportamiento que tiene la harina de tocosh y tarwi en cuanto a la dureza instrumental que presenta los bizcochos.

Por un lado se muestra el comportamiento de la harina de tocosh junto con la dureza que presenta biscochos, mostrando un comportamiento directamente proporcional, ya que al incrementarse su valor (%), también se ve incrementado la dureza que presentan.

Mientras que la harina de tarwi junto al parámetro textura instrumental dureza, muestra un comportamiento inversamente proporcional, ya que mientras más se incrementa el % de harina de tarwi, presente en los bizcochos, su valor de dureza va disminuyendo.

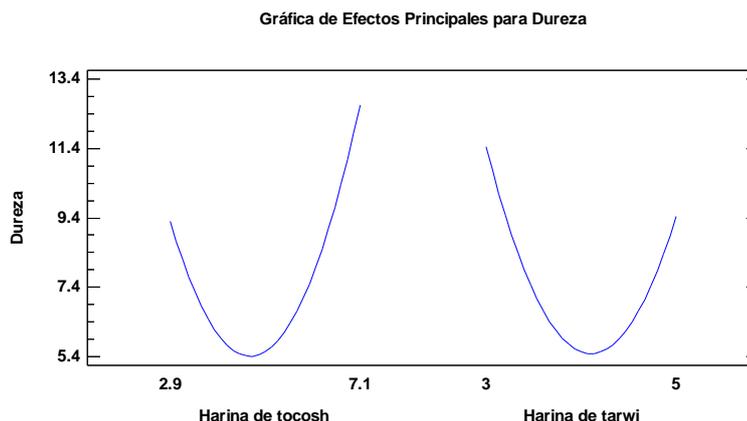


Figura 13: *Gráfica de efectos principales para el parámetro de textura- dureza en bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

También de determino el grafico de interacción que tiene la harina de tocosh y tarwi, respecto al parámetro de textura- dureza.

El grafico 14, muestra que ambas líneas de la harina de tocosh como la de tarwi se cruzan, es decir hay una interacción respecto al parámetro de textura- dureza que presenta los bizcochos, esta interacción mencionada anteriormente se aprecia cuando la harina de tocosh aumenta su nivel de 2.9% a 7.1%, y la harina de tarwi presenta un nivel bajo de 3%, se obtiene un valor de dureza de 12 N.

Por el contrario si se aumenta el nivel de la harina de tocosh de un 2.9% a 7.1%, y la harina de tarwi se pone su valor más alto de 5%, los bizcochos presentan un valor de dureza de 8 N.

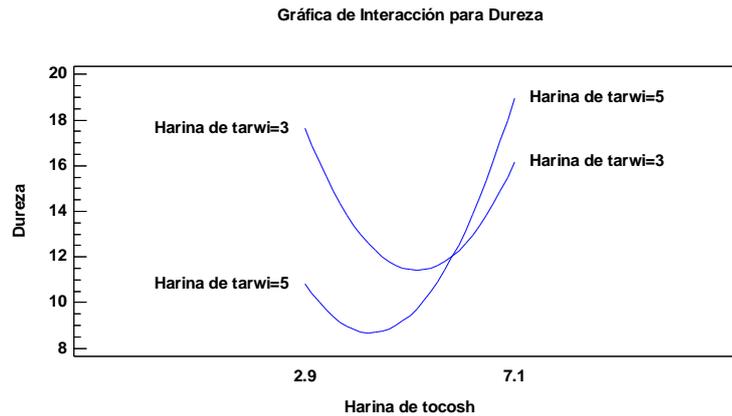


Figura 14: *Grafico de interacción para el parámetro textural-dureza de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

Este efecto significativo que tiene la harina de tocosh y tarwi para el parámetro textural-dureza, en los bizcochos se debe a que, la harina es uno de los componentes principales en la elaboración de bizcochos como panes, la harina de trigo es la que más se usa para elaborar estos componentes, se caracteriza por presentar en su composición gliadina y glutenina, las cuales son proteínas insolubles, las cuales tienen la capacidad de aglutinarse al momento se mezclarse con agua dando lugar a una red o malla el cual es el gluten, esta propiedad especialmente lo posee el trigo, sin embargo no la poseen otros cereales. (Mesas y Alegres, 2002).

En los bizcochos este gluten, es el que le proporciona la elasticidad y esponjosidad lo que es característico de este producto, así mismo junto con el almidón proporciona la firmeza a la masa, es por ello que al incrementarse el % de harina de tocosh, el cual se caracteriza por presentar un nivel bajo de proteína, ocasiona que la retención de dióxido de carbono sea menor y por ende el bizcocho no presentara la esponjosidad el cual se caracteriza, a diferencia de la harina de

tarwi, el cual se caracteriza por presentar en su composición una rica cantidad de proteína (51.68%). (Espinoza, 2015)

– **Análisis de regresión para el parámetro textural- dureza de bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de la harina de trigo por la harina de tocosh y tarwi.**

Se determinó los coeficientes de regresión para cada uno de los factores, lineales, cuadráticos y de interacción, para obtener la ecuación predictiva de regresión cuadrática sobre el comportamiento del parámetro textural-dureza en bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 31: *Coefficiente de regresión para el parámetro textural-dureza en bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

Coefficiente	Estimado
constante	137.857
A:Harina de tocosh	-16.1458
B:Harina de tarwi	-45.9766
AA	1.2357
AB	1.14637
BB	4.90584

Donde la ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Dureza} = 137.857 - 16.1458*A - 45.9766*B + 1.2357*A^2 + 1.14637*A*B + 4.90584*B^2$$

Donde:

A= % Harina de tocosh

B= % Harina de tarwi

La ecuación determinada, representa el modelo matemático predictivo del parámetro textural-dureza que presentan los bizcochos, en función de las concentraciones (%) de las harinas de tocosh y tarwi, y del cual se construye, las gráficas de

superficie de respuesta y de contorno, las cuales se pueden apreciar en las figuras 15 y 16.

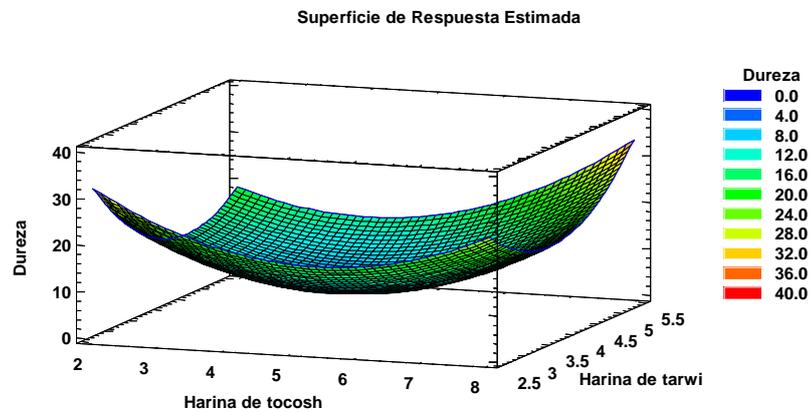


Figura 15: Grafico de superficie de respuesta para el parámetro textural-dureza de bizcochos elaborados con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

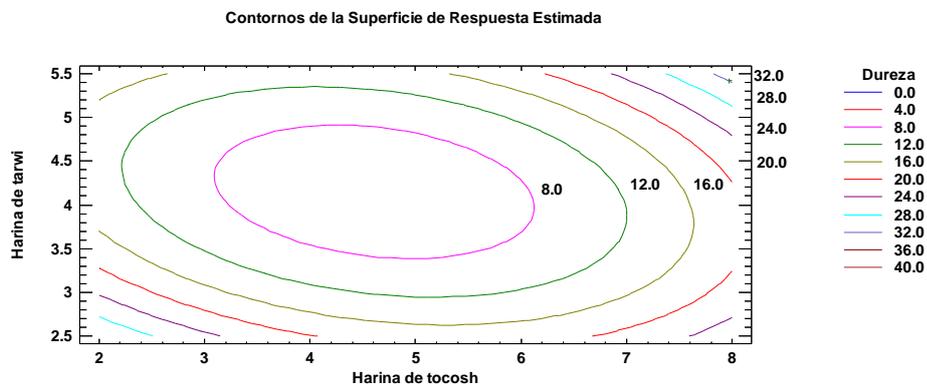


Figura 16: Grafico de contorno para el parámetro textural-dureza de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

Tanto las figuras 15 y 16, muestran que al incrementar el % de harina de tocosh y el % de harina de tarwi los bizcochos presentan valores altos de dureza. Sin embargo, si se aumenta el % de harina de tarwi, y se disminuye el % de harina de tocosh, los valores de dureza que presentan los bizcochos disminuye.

Encontrando un menor valor de dureza presenta en los bizcochos, se localiza en la región que oscila en el color celeste al rosado, para niveles altos de harina de tarwi y niveles menores de harina de tocosh.

– **Optimización en parámetro textural-dureza en bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.**

En cuanto al valor óptimo del parámetro textural- dureza en los bizcochos, se tomó como parámetro a la formulación control (100% harina de trigo), el cual es lo ideal, ya que tiene una mayor aceptación y es lo que más se comercializa.

Tabla 32: *Nivel óptima de dureza que debe presentar el bizcocho*

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Harina de tocosh	2.03015	7.96985	4.60927
Harina de tarwi	2.58579	5.41421	4.14741

Para poder obtener un valor de dureza ideal, el cual sea cercano a lo que presenta el bizcocho control (2.799 N), es necesario el aumentar el % de adición de harina de tarwi y a la misma vez el disminuir el % de harina de tocosh.

La utilización de un mezcla de harinas en la elaboración de bizcochos, generalmente ocasionan la dureza presenten en aumente, como es el caso de Cordava y Santiago, (2018), donde elaboro bizcochos con adición de harina de arracacha, encontrando que al adición un mayor contenido de harina de arracacha (50%), su valor de dureza es mayor (54.47 N), a comparación del control (100% de harina de trigo), el cual mostro un valor de 28.8133 N.

b. Evaluación del color instrumental

En cuanto a la evaluación del color instrumental que presenta los bizcochos, se determinó tanto para la miga como para la corteza e los bizcochos y los datos obtenidos se muestran en la tabla 33.

Tabla 33: Color instrumental de la corteza y migas e bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Formulaciones	%Harina de tocosh	%Harina de tarwi	Corteza			Miga		
			Luminosidad L*	Cromaticidad C*	Angulo de tonalidad	Luminosidad L*	Cromaticidad C*	Angulo de tonalidad
F1	2.9	3.0	58.735±1.6476	33.7136±0.7201	70.9620±0.3587	71.9900±1.4849	24.6704±0.0107	95.4194±0.2616
F2	7.1	3.0	59.655±0.5728	36.2759±1.2181	72.8623±0.0612	66.4300±1.4001	23.7029±1.8585	94.7885±0.8394
F3	2.9	5.0	58.795±0.2616	34.5332±0.2993	70.8893±0.3583	61.1950±1.4779	23.1461±0.5279	93.6089±0.4156
F4	7.1	5.0	50.5967±0.3386	34.0729±1.0517	66.4010±0.2514	69.5425±1.8494	24.9486±0.2986	94.5140±0.6100
F5	2.0	4.0	54.16±0.7071	35.4484±0.8452	67.9880±0.7988	58.5633±1.0599	22.8751±0.8223	94.1531±0.8548
F6	8.0	4.0	57.63±0.0566	36.0726±0.0242	69.9527±0.8588	74.5300±1.4855	25.0772±0.3615	95.5293±0.4517
F7	5.0	2.0	51.69±0.2616	33.9503±2.1841	66.7172±0.7936	73.0940±1.7076	24.2814±1.5319	95.3666±0.9913
F8	5.0	6.0	50.34±0.5515	36.8094±0.8297	66.6881±0.2569	54.2167±0.4907	22.9496±1.1727	92.2908±0.8528
F9	5.0	4.0	61.0275±0.9785	35.2170±0.4431	72.3302±0.2941	71.4533±1.9814	24.2191±1.3408	95.2756±0.4408
F10	5.0	4.0	58.275±1.2374	36.2545±0.9864	70.7382±0.0234	72.2000±1.7901	24.3195±0.5842	94.6336±0.0723
F11	5.0	4.0	59.6513±1.9463	35.7358±0.7336	71.5342±1.1257	71.8267±0.5279	24.2693±0.0709	94.9546±0.4539
CONTROL			50.275±1.5609	37.8053±0.5814	67.4346±0.9770	73.78±0.5434	22.1532±0.5887	96.2823±0.5543

Nota: *Media de dos repeticiones + DS

–Evaluación de luminosidad en la corteza de los bizcochos

La tabla 34, muestra los valores de luminosidad que presenta la corteza de las 11 formulaciones de bizcocho así como el bizcocho control, elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 34: *Valores de luminosidad en la corteza de los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Formulaciones	%Harina de tocosh	%Harina de tarwi	Luminosidad L*
F1	2.9	3.0	58.735±1.6476
F2	7.1	3.0	59.655±0.5728
F3	2.9	5.0	58.795±0.2616
F4	7.1	5.0	50.5967±0.3386
F5	2.0	4.0	54.16±0.7071
F6	8.0	4.0	57.63±0.0566
F7	5.0	2.0	51.69±0.2616
F8	5.0	6.0	50.34±0.5515
F9	5.0	4.0	61.0275±0.9785
F10	5.0	4.0	58.275±1.2374
F11	5.0	4.0	59.6513±1.9463
CONTROL			50.275±1.5609

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

Los resultados de luminosidad que presentaron cada una de las formulaciones de bizcochos son mostrados en la tabla 34, donde la F9 (5% harina de tarwi y 4% harina de tarwi), son los que presenta un mayor valor de luminosidad (61.0275±0.9785), mientras que la F8 (5% harina de tarwi y 6% harina de tarwi), presenta un menor valor de luminosidad (50.34±0.5515).



Figura 17: *Luminosidad de la corteza de bizcochos elaborados a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

La figura 17, muestra los valores de luminosidad que presenta el bizcocho control así como cada uno de las formulaciones, mostrando un valor de luminosidad de 50.275 el bizcocho control.

Donde la formulación que presenta un valor similar o cercano al bizcocho control, son las formulaciones las F8 (5% de harina de tocosh y 6% de harina de tarwi), y la F4 (7.1% de harina de tocosh y 5% harina de tarwi), las cuales presentan valores de 50.34 y 50.5967 respectivamente.

Los valores de L* mostrados en cada formulaciones en la corteza de los bizcochos, presentan valores superiores a 50, lo que indican que tienen una tendencia al color rojizo.

Resultados parecidos obtuvo Gutierrez, (2022), donde elabora un pan de molde, con sustitución parcial de harina de tarwi (10%) y quinua, encontrando que para los panes que tuvieron un mayor % de harina de tarwi presento un valor de L* de 52.58, presentando una tendencia hacia el color rojo.

De igual forma Zavala, (2019), al elaborar cupcake y al ir agregando un mayor % de harina de tarwi presentaron un valor de

L* alto (35.09), lo que hacen que la corteza presenten un color dorado.

También se elaboraron galletas tipo soda, encontrando que al agregarse un mayor contenido de harina de tarwi (20%) presentan un valor de L* de 70.82, lo que indican una tendencia al color amarillo rojizo. (García, 2016)

En cuanto a la harina de tocosh, se utilizaron para elaborar pan, encontrándose que por sí solo la harina de tocosh no afecta al color que presenta los panes, teniendo una buena aceptación por parte de los panelistas. (Bertineti, 2021)

Se determinó el diagrama de Pareto de efectos estandarizados, con la finalidad de determinar cuál de los factores (lineal, cuadrático o interacción) influyen significativamente en la Luminosidad que presenta los bizcochos.

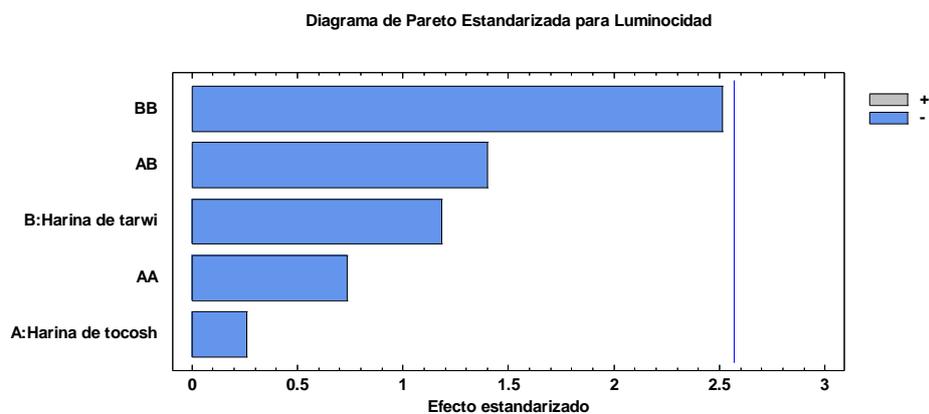


Figura 18: *Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la variable independiente Luminosidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

La figura 18, donde se muestra el diagrama de Pareto, indica que tanto la harina de tocosh como la de tarwi ya sean en su forma lineal como cuadrática, no presenta un nivel de significancia de 0.05.

Además ambos tipos de harinas (harina de tocosh y tarwi), presentan un efecto negativo hacia la Luminosidad de la corteza de los bizcochos.

–Análisis de varianza para el parámetro Luminosidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

Para el análisis de varianza, se realizó el análisis de ANOVA, tal y como se muestra en la tabla 35, con la finalidad de ver la significancia que presenta en la variable respuesta Luminosidad sobre las variables independientes (harinas de tocosh y tarwi).

Tabla 35: *Análisis de varianza para los valores de Luminosidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P*
A:Harina de tocosh	0.702691	1	0.702691	0.07	0.8071
B:Harina de tarwi	14.8717	1	14.8717	1.40	0.2894
AA	5.7096	1	5.7096	0.54	0.4959
AB	20.7858	1	20.7858	1.96	0.2203
BB	67.0397	1	67.0397	6.32	0.0535
Error total	52.9976	5	10.5995		
Total (corr.)	156.398	10			

Nota. *Valores estadísticamente significativo al 5% de significancia (p<0.05)

La tabla 35, muestra que tanto las harinas de tocosh como la de tarwi en su forma cuadrática como lineal, presentan valores de p mayores a 0.05, lo que indican que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95%, y por ende no son significativos en cuanto a la Luminosidad presente en la corteza de los bizcochos.

El R^2 obtenido indica que hay un 66.1136% de variabilidad en la Luminosidad, mientras que el R^2 ajustado, el cual es el más adecuado para comparar diferentes modelos con un número diferentes de variables independientes, tiene un valor de 32.2273%.

Al no haber un cambio significativo con la incorporación de las harinas de tocosh y tarwi, en cuanto al parámetro de color-Luminosidad que presentan las cortezas de los bizcochos, se puede concluir que el que le da el color característico de un marrón intenso y dorado en la cima o un marrón ligeramente dorado en los laterales, son las reacciones de Maillard, las cuales se activan en el horno, debido a que la corteza se encuentra a una temperatura superior a los 100°C, ocasionando la caramelización debido a su interacción con la proteína del huevo y la distribución del agua. (Espinoza, 2015 y Rodríguez, *et al.*, 2018).

Al no presentar alguna relación entre el % de harina de tocosh y tarwi en cuanto al parámetro de color Luminosidad, que presenta la corteza de los bizcochos, por lo que no se determinó la ecuación de regresión ni los gráficos de respuesta y de contornos, debido a que hay si se llegara a determinar habría una falta de ajuste del modelo cuadrático.

–Evaluación de Cromaticidad (C) en la corteza de los bizcochos

La tabla 36, muestra los valores de cromaticidad que presenta la corteza de las 11 formulaciones de bizcocho así como el bizcocho control, elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 36: Cromaticidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

Formulaciones	%Harina de tocosh	%Harina de tarwi	Cromaticidad C*
F1	2.9	3.0	33.7136±0.7201
F2	7.1	3.0	36.2759±1.2181
F3	2.9	5.0	34.5332±0.2993
F4	7.1	5.0	34.0729±1.0517
F5	2.0	4.0	35.4484±0.8452
F6	8.0	4.0	36.0726±0.0242
F7	5.0	2.0	33.9503±2.1841
F8	5.0	6.0	36.8094±0.8297
F9	5.0	4.0	35.2170±0.4431
F10	5.0	4.0	36.2545±0.9864
F11	5.0	4.0	35.7358±0.7336
CONTROL			37.8053±0.5814

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

Se determinó los valores de cromaticidad que presenta la corteza de cada una de las 11 formulaciones de bizcochos, los cuales van desde los 33.7136±0.7201, hasta los 36.2759±1.2181.

Donde la F1 (2.9% harina de tocosh y 3% harina de tarwi), es la que presenta menor valor de cromacidad de 33.7136±0.7201, por el contrario la F8 (5% harina de tocosh y 6% harina de tarwi), son los que presentan mayor valor de cromaticidad, el cual es 36.8094±0.8297.

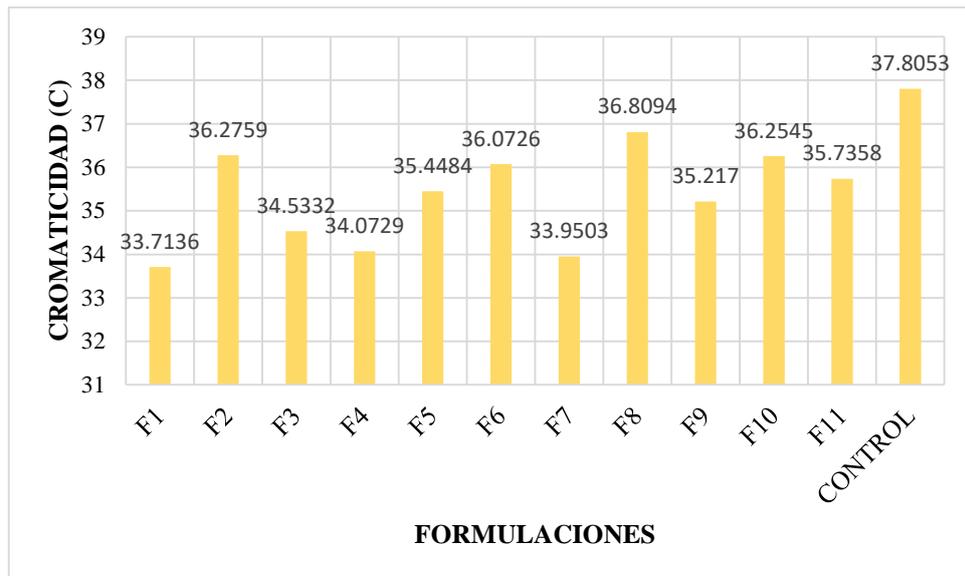


Figura 19: Cromaticidad de la corteza presente en los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

La figura 19, muestra los valores de cromaticidad que presenta la corteza del bizcocho control así como cada uno de las formulaciones, mostrando un valor de cromaticidad de 37.8053 el bizcocho control.

Donde la formulación que presenta un valor similar o cercano al bizcocho control, son las formulaciones las F2 (2.9% harina de tocosh y 3% harina de tarwi), F6 (8% de harina de tocosh y 4% de harina de tarwi), F8 (5% de harina de tocosh y 6% de harina de tarwi), y F10 (5% de harina de tocosh y 4% de harina de tarwi), las cuales presentan valores de 36.2759 ± 1.2181 , 36.0726 ± 0.0242 , 36.8094 ± 0.8297 y 36.2545 ± 0.9864 respectivamente.

Se determinó el diagrama de Pareto de efectos estandarizados, con la finalidad de determinar cuál de los factores (lineal, cuadrático o interacción) influyen significativamente en la Cromacidad que presenta la corteza de los bizcochos.

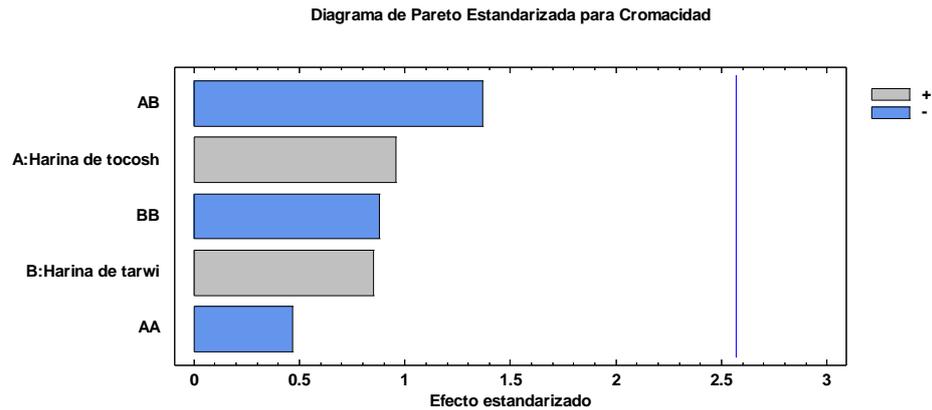


Figura 20: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de las variables independientes en los valores de cromacidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

La figura 20, se muestra el diagrama de Pareto, el cual indica que tanto la harina de tocosh como la de tarwi ya sean en su forma lineal como cuadrática, no presenta un nivel de significancia de 0.05.

Donde la harina de tocosh como la harina de tarwi en su forma lineal presenta un efecto positivo, es decir que el aumentar el % de la harina de tocosh y tarwi, los valores de cromacidad también aumentan.

Por otro lado la harina de tarwi como la de tocosh en su versión cuadrática, así como también la interacción entre ellas presentan un efecto negativo, lo que quiere decir que al aumentar % de harina de tocosh y tarwi, el valor de cromacidad que presentan las cortezas de los bizcochos disminuye.

–Análisis de varianza para el parámetro Cromacidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

Para el análisis de varianza, se realizó el análisis de ANOVA, tal y como se muestra en la tabla 37, con la finalidad de ver la

significancia que presenta en la variable respuesta Cromacidad sobre las variables independientes harinas de tocosh y tarwi.

Tabla 37: *Análisis de varianza para el valor de Cromacidad de la corteza de bizcochos elaborados con la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Harina de tocosh	1.11355	1	1.11355	0.91	0.3833
B:Harina de tarwi	0.884391	1	0.884391	0.72	0.4335
AA	0.268057	1	0.268057	0.22	0.6590
AB	2.28401	1	2.28401	1.87	0.2296
BB	0.940944	1	0.940944	0.77	0.4201
Error total	6.10226	5	1.22045		
Total (corr.)	11.3843	10			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla 37, muestra que tanto las harinas de tocosh como la de tarwi en su forma cuadrática como lineal, presentan valores de p mayores a 0.05, lo que indican que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95%, y por ende no son significativos en cuanto a la Cromacidad presente en la corteza de los bizcochos.

El R^2 obtenido indica que hay un 46.3976% de variabilidad en la Cromacidad, mientras que el R^2 ajustado, el cual es el más adecuado para comparar diferentes modelos con un número diferentes de variables independientes, tiene un valor inferior al R^2 , lo que indica que existen modelos que no contribuyen de manera significativa al modelo.

Al no presentar alguna relación entre el % de harina de tocosh y tarwi en cuanto a la cromacidad que presenta la corteza de los

bizcochos, por lo que no se determinó la ecuación de regresión ni los gráficos de respuesta y de contornos, debido a que hay si se llegara a determinar habría una falta de ajuste del modelo cuadrático.

Este nivel de significancia que tiene la harina de tarwi, va a depender del % que se le está añadiendo al producto, ya que Laguna y Sifuentes, (2019), elaboraron galletas a partir de la adición parcial de harina de tarwi y kiwiki, donde se le agrego un % de harina de tarwi de 2 a 12%, obteniendo valores de cormaticidad que van desde los 25.299 hasta los 42.004, donde encontró que la harina de tarwi en termino lineal es significativo a un nivel de 0.05.

–Evaluación del ángulo de tonalidad en la corteza de los bizcochos

La tabla 38, muestra los valores del ángulo de tonalidad que presenta la corteza de las 11 formulaciones de bizcocho así como el bizcocho control, elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 38: *Angulo de tonalidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

Formulaciones	%Harina de tocosh	%Harina de tarwi	Angulo de tonalidad*
F1	2.9	3.0	70.9620±0.3587
F2	7.1	3.0	72.8623±0.0612
F3	2.9	5.0	70.8893±0.3583
F4	7.1	5.0	66.4010±0.2514
F5	2.0	4.0	67.9880±0.7988
F6	8.0	4.0	69.9527±0.8588
F7	5.0	2.0	66.7172±0.7936
F8	5.0	6.0	66.6881±0.2569
F9	5.0	4.0	72.3302±0.2941
F10	5.0	4.0	70.7382±0.0234

F11	5.0	4.0	71.5342±1.1257
CONTROL			67.4346±0.9770

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

Se determinó los valores de ángulo de tonalidad que presenta la corteza de cada una de las 11 formulaciones de bizcochos, los cuales van desde los 66.4010±0.2514, hasta los 72.8623±0.0612. Donde la F4 (7.1% harina de tocosh y 5% harina de tarwi), es la que presenta menor valor de ángulo de tonalidad de 66.4010±0.2514, por el contrario la F2 (7.1% harina de tocosh y 3% harina de tarwi), son los que presentan mayor valor de cromaticidad, el cual es 72.8623±0.0612.

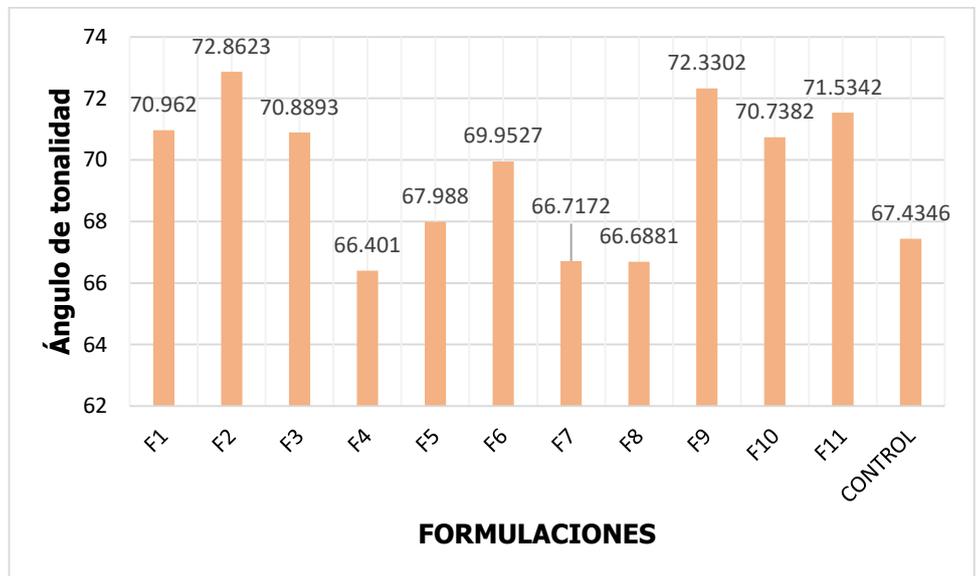


Figura 21: Ángulo de tonalidad de la corteza presente en los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

La figura 21, muestra los valores de ángulo de tonalidad que presenta la corteza del bizcocho control así como cada uno de las formulaciones, mostrando un valor de ángulo de tonalidad de 67.4346.

Donde la formulación que presenta un valor similar o cercano al bizcocho control, es la formulación F5 (2% harina de tocosh y % harina de tarwi), la cual presenta un valores de 67.9880±0.7988.

Luego se determinó el diagrama de Pareto de efectos estandarizados, con la finalidad de determinar cuál de los factores (lineal, cuadrático o interacción) influyen significativamente en la Cromacidad que presenta la corteza de los bizcochos.

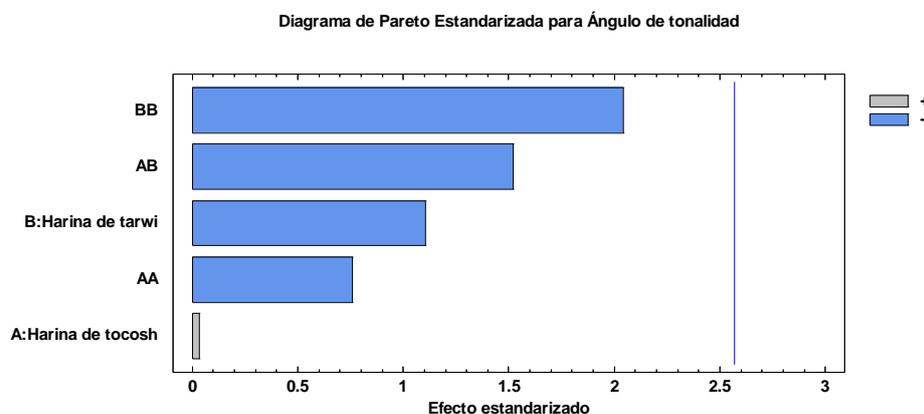


Figura 22: *Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de las variables independientes en el contenido de ángulo de tonalidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

La figura 22, se muestra el diagrama de Pareto, el cual indica que tanto la harina de tocosh como la de tarwi ya sean en su forma lineal como cuadrática, no presenta un nivel de significancia de 0.05.

Donde la harina de tocosh presenta un efecto positivo, es decir que el aumentar el % de la harina de tocosh y tarwi, los valores de ángulo de tonalidad también aumentan.

Por otro lado la harina de tarwi en sus formas lineales y cuadráticas, así como la de tocosh en su versión cuadrática y la interacción de ambas, presentan un efecto negativo, lo que quiere decir que al aumentar % de harina de tocosh y tarwi, el valor de ángulo de tonalidad que presentan las cortezas de los bizcochos disminuye.

–Análisis de varianza para el parámetro de ángulo de tonalidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

Para el análisis de varianza, se realizó el análisis de ANOVA, tal y como se muestra en la tabla 39, con la finalidad de ver la significancia que presenta en la variable respuesta ángulo de tonalidad sobre las variables independientes harinas de tocosh y tarwi.

Tabla 39: *Análisis de varianza para los valores de ángulo de tonalidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Harina de tocosh	0.00454178	1	0.00454178	0.00	0.9756
B:Harina de tarwi	5.40408	1	5.40408	1.22	0.3188
AA	2.54555	1	2.54555	0.58	0.4818
AB	10.2035	1	10.2035	2.31	0.1888
BB	18.4031	1	18.4031	4.17	0.0966
Error total	22.065	5	4.41301		
Total (corr.)	56.2022	10			

Nota. *Valores estadísticamente significativo al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla 39, muestra que tanto las harinas de tocosh como la de tarwi en su forma cuadrática como lineal, presentan valores de p mayores a 0.05, lo que indican que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95%, y por ende no son significativos en cuanto al ángulo de tonalidad presente en la corteza de los bizcochos.

El R^2 obtenido indica que hay un 60.7399% de variabilidad en el ángulo de tonalidad, mientras que el R^2 ajustado, el cual es el más

adecuado para comparar diferentes modelos con un numero diferentes de variables independientes, tiene un valor inferior al R^2 de 21.4798%, lo que indica que existen modelos que no contribuyen de manera significativa al modelo.

Al no presentar alguna relación entre el % de harina de tocosh y tarwi en cuanto al ángulo de tonalidad que presenta la corteza de cada una de las formulaciones de los bizcochos, no se determinó la ecuación de regresión ni los gráficos de respuesta y de contornos, debido a que hay si se llegara a determinar habría una falta de ajuste del modelo cuadrático.

Estos mismos resultados, fueron determinados por Laguna y Sifuentes, (2019), done utilizo harina de tarwi en la elaboración de galletas, donde él % de harina de tarwi que se agregó no influyo significativamente en el ángulo de tonalidad.

–Evaluación de luminosidad de la miga de los bizcochos

La tabla 40, muestra los valores de luminosidad que presenta la miga de cada una de las 11 formulaciones de bizcocho así como del bizcocho control, elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 40: *Valores de Luminosidad presenta en la miga de los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Formulaciones	%Harina de tocosh	%Harina de tarwi	Luminosidad L*
F1	2.9	3.0	71.9900±1.4849
F2	7.1	3.0	66.4300±1.4001
F3	2.9	5.0	61.1950±1.4779
F4	7.1	5.0	69.5425±1.8494
F5	2.0	4.0	58.5633±1.0599
F6	8.0	4.0	74.5300±1.4855
F7	5.0	2.0	73.0940±1.7076

F8	5.0	6.0	54.2167±0.4907
F9	5.0	4.0	71.4533±1.9814
F10	5.0	4.0	72.2000±1.7901
F11	5.0	4.0	71.8267±0.5279
CONTROL			73.78±0.5434

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

Los resultados de luminosidad que presentaron la miga de cada una de las formulaciones de bizcochos son mostrados en la tabla 40, donde la F6 (8% harina de tarwi y 4% harina de tarwi), son los que presenta un mayor valor de luminosidad (74.5300±1.4855), mientras que la F8 (5% harina de tarwi y 6% harina de tarwi), presenta un menor valor de luminosidad (54.2167±0.4907).

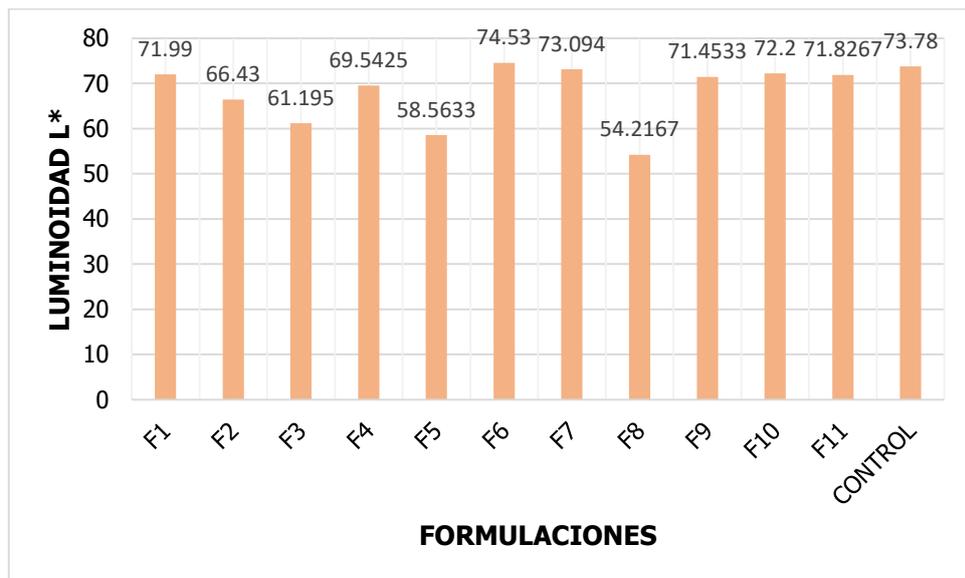


Figura 23: Luminosidad presente en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

La figura 23, muestra los valores de luminosidad de la miga que presenta el bizcocho control así como cada uno de las formulaciones, mostrando un valor de luminosidad de 73.78 el bizcocho control.

Donde la formulación que presenta un valor similar o cercano al bizcocho control, son las formulaciones las F7 (5% de harina de

tocosh y 2% de harina de tarwi), y la F6 (8% de harina de tocosh y 4% harina de tarwi), las cuales presentan valores de 73.0940 ± 1.7076 y 74.5300 ± 1.4855 respectivamente.

Los valores de L^* mostrados en cada formulaciones en la corteza de los bizcochos, presentan valores superiores a 50, es decir una luminosidad alta, lo que indicaría que tienen una tendencia al color amarillo en relación al bizcocho control.

Resultados similares obtuvo Gutierrez, (2022), al elaborar panes adición parcial de harina de tarwi con quinua, encontrando que en comparación del pan control (100% harina de trigo), los panes a los que se le agregó parcialmente harina de tarwi, presentaron valores de luminosidad de la miga inferiores al control (73.54), donde al agregar 13.33% harina de tarwi, obtuvo panes con un valor de luminosidad de 68.67, mientras que al agregar 3.33% de harina de tarwi, obtuvo un valor de luminosidad 71.322.

En cuanto a la harina de tocosh, Paredes, (2018), al elaborar pan con adición parcial de harina de tocosh, encontró que la miga de los panes presentaban un valor de 79.237 cuando se le agregaba 7.6% de harina de tocosh, mientras que cuando se le agregaba 5.4% presentaba un valor de luminosidad de 81.66.

Se determinó el diagrama de Pareto de efectos estandarizados, con la finalidad de determinar cuál de los factores (lineal, cuadrático o interacción) influyen significativamente en la Luminosidad que presenta la miga de los bizcochos.

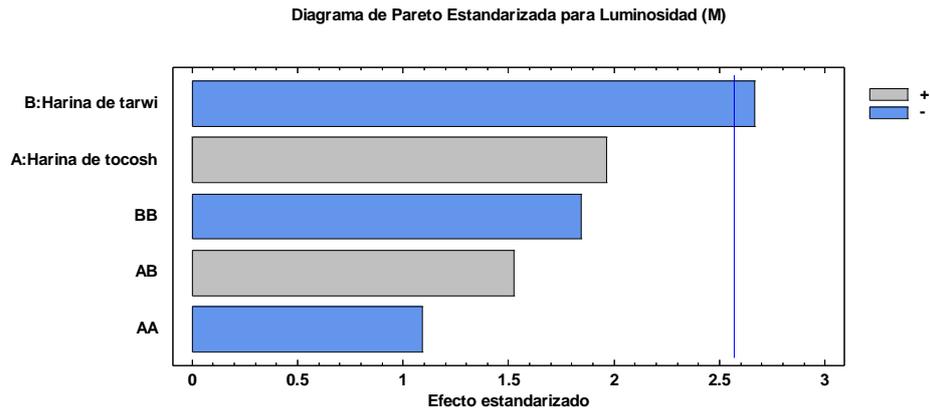


Figura 24: *Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de los valores de Luminosidad que presentan las migas de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

La figura 24, muestra que la harina de tarwi ya sea en su forma lineal, es estadísticamente significativo con un nivel de significancia de 0.05, además que junto con su forma cuadrática y la harina de tocosh en su forma cuadrática, las cuales no son estadísticamente significativas, tienen un efecto negativo en cuanto al valor de luminosidad que presenta la miga e los bizcochos, lo que quiere decir que al incrementar la harina de tarwi en las formulaciones, el valor de luminosidad disminuye, lo que da migas de un color más oscuro.

Mientras que la harina de tocosh, y la interacción de esta junto con la harina de tarwi no son estadísticamente significativas en el valor de luminosidad que presenta la miga de los bizcochos, sin embargo presentan un valor positivo, es decir que al incrementar la harina de tocosh, los valores de luminosidad aumentan, lo que brinda que la miga tengan un color más claro.

–Análisis de varianza para el parámetro Luminosidad que presentan las migas de los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

Para el análisis de varianza, se realizó el análisis de ANOVA, tal y como se muestra en la tabla 41, con la finalidad de ver la significancia que presenta en la variable respuesta Luminosidad sobre las variables independientes (harinas de tocosh y tarwi).

Tabla 41: *Análisis de varianza para los valores de Luminosidad en migas de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Harina de tocosh	80.4405	1	80.4405	3.87	0.1064
B:Harina de tarwi	147.74	1	147.74	7.10	0.0446
AA	24.7355	1	24.7355	1.19	0.3253
AB	48.3546	1	48.3546	2.32	0.1879
BB	70.7095	1	70.7095	3.40	0.1246
Error total	104.018	5	20.8036		
Total (corr.)	458.106	10			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla de ANOVA mostrada, proporciona la variabilidad de la luminosidad que presenta la miga de los bizcochos, para cada uno de los efectos de manera separada, para lo cual prueba la significancia estadísticas de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental estimado, mostrando que la harina de tarwi en su forma lineal tienen un valor de $p < 0.05$, indicando que son significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95%.

En cuanto al R-cuadrada, este indica que el modelo, así ajustado explica 77.2939% de variabilidad en la luminosidad que presenta la miga de los bizcochos, mientras que el R- cuadrada ajustada es el más adecuado para comprar modelos con diferentes números de variables independientes, el cual nos da un valor de 54.5877%, siendo un valor inferior al R^2 , lo que indicaría que existen elementos que no aportan de manera significativa al modelo.

Este efecto significativo que presenta la harina de tarwi, se debe que a diferencia de la corteza, durante la etapa de cocción de los bizcochos, los valores de temperatura que llegan a presentar en la parte interior no superan los 100°C, por lo que los valores de luminosidad que presenta la miga, se encuentran relacionados con el % de adición de las harinas de tocosh y tarwi en la formulación de los bizcochos. (Rodríguez, et al., 2018).

–Efecto de las harinas de tocosh y tarwi en el parámetro de color- Luminosidad en las migas de los bizcocho con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

Se determinó la gráfica de efectos principales, tal y como se muestra la figura 25, donde se aprecia que el comportamiento que tiene la harina de tocosh y tarwi en cuanto a la Luminosidad que presenta la miga de los bizcochos.

Por un lado se muestra el comportamiento de la harina de tocosh junto con la Luminosidad que presenta la miga de los biscochos, mostrando un comportamiento directamente proporcional, ya que al incrementarse su valor (%), también se ve incrementado los valores de Luminosidad que presentan.

Mientras que la harina de tarwi junto al parámetro de color Luminosidad, muestra un comportamiento inversamente proporcional, ya que mientras más se va incrementando el % de harina de tarwi, presente en los bizcochos, su valor de Luminosidad que presenta la miga disminuye.

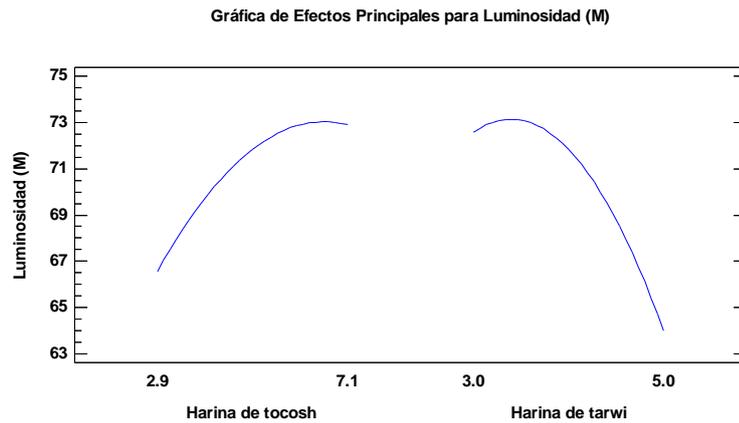


Figura 25: *Gráfica de Efectos principales para Luminosidad de la miga de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

También de determino el grafico de interacción que tiene la harina de tocosh y tarwi, respecto al parámetro de color- Luminosidad que presenta la miga de los bizcochos.

La figura 26, muestra que ambas líneas de la harina de tocosh como la de tarwi no se cruza entre sí, lo que quiere decir que existe diferencia estadística significativa entre las interacciones de harina de tocosh y harina de tarwi.

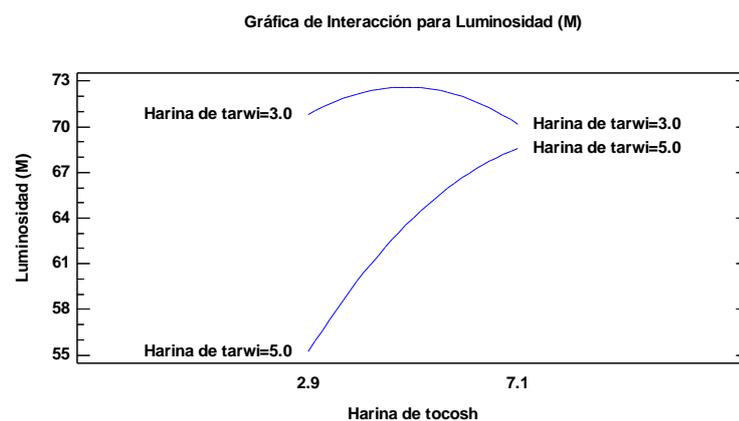


Figura 26: *Gráfica de interacción de Luminosidad de las migas de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

–Análisis de regresión para el parámetro de color-Luminosidad que presentan la miga de los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de la harina de trigo por la harina de tocosh y tarwi.

Se determinó los coeficientes de regresión para cada uno de los factores, lineales, cuadráticos y de interacción, para obtener la ecuación predictiva de regresión cuadrática sobre el comportamiento del parámetro color-Luminosidad que presentan la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 42: *Coefficiente de regresión para el parámetro de color-Luminosidad que presentan la miga de los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Coefficiente	Estimado
constante	46.0975
A:Harina de tocosh	-0.366828
B:Harina de tarwi	15.733
AA	-0.47458
AB	1.65565
BB	-3.53858

Donde la ecuación del modelo ajustado para el parámetro de color- Luminosidad de la miga de los bizcochos es:

$$\text{Luminosidad} = 46.0975 - 0.366828 * A + 15.733 * B - 0.47458 * A^2 + 1.65565 * A * B - 3.53858 * B^2$$

Donde:

A= % Harina de tocosh

B= % Harina de tarwi

La ecuación determinada, representa el modelo matemático predictivo del parámetro color-Luminosidad que presentan la miga de los bizcochos, en función de las concentraciones (%) de

las harinas de tocosh y tarwi, y del cual se construye, las gráficas de superficie de respuesta y de contorno, las cuales se pueden apreciar en las figuras 27 y 28.

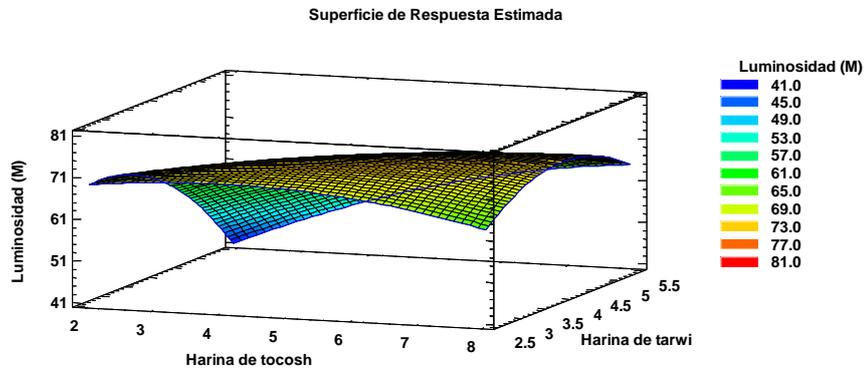


Figura 27: Grafica de superficie de respuesta para el parámetro de color- Luminosidad de la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

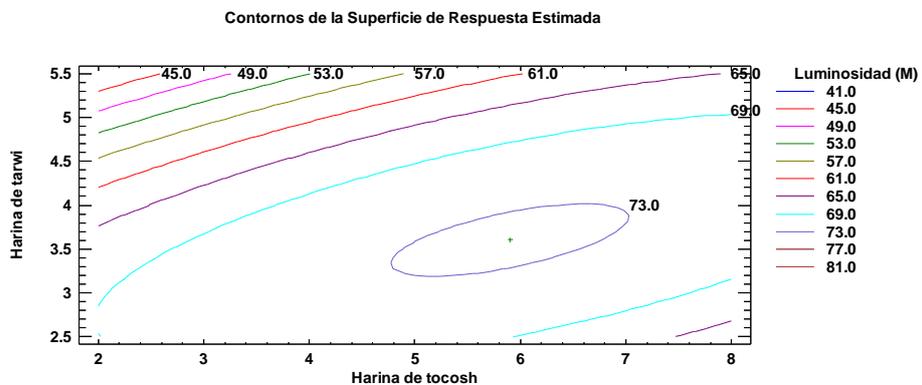


Figura 28: Grafica de contorno de la superficie de respuesta para el parámetro de color- Luminosidad de la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tanto las figuras 27 y 28, muestran que al incrementar el % de harina de tocosh y el % de harina de tarwi los bizcochos presentan valores bajos de Luminosidad. Sin embargo, si se aumenta el % de harina de tarwi, y se disminuye el % de harina de tocosh, los

valores de Luminosidad que presentan la miga de los bizcochos aumenta.

Encontrando un menor valor de Luminosidad que presenta los bizcochos, se localiza en la región que oscila en el color celeste al verde, para niveles altos de harina de tarwi y harina de tocosh.

Por el contrario los valores altos de Luminosidad se localizan en la región rojo al marrón, para niveles altos de % de harina de tarwi y niveles bajos de % de harina de tocosh.

– **Optimización en parámetro de color- Luminosidad presente en la miga en bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.**

Para la determinación del valor óptimo del parámetro de color- Luminosidad presente en la miga en los bizcochos, se tomó a la F5, la cual tiene mayor aceptabilidad por parte de los panelistas, además de presentar una mayor cantidad de proteína, que es lo que se busca, esta formulación presenta un valor de Luminosidad de 74.5300 ± 1.4855 .

Donde la tabla, muestra los niveles bajos, altos y óptimos del % de harina de tocosh y tarwi, para valores de luminosidad de 58.5633 ± 1.0599 .

Tabla 43: Niveles, bajo, alto y óptimo de las harinas de tocosh y tarwi

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
% Harina de tocosh	2.03015	7.96985	3.03614
% Harina de tarwi	2.58579	5.41421	4.81236

– **Evaluación de Cromaticidad (C) en la miga de los bizcochos**

La tabla 36, muestra los valores de cromaticidad que presenta la miga de las 11 formulaciones de bizcocho así como el bizcocho control, elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 44: Cromacidad presentes en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Formulaciones	%Harina de tocosh	%Harina de tarwi	Cromaticidad C*
F1	2.9	3.0	24.6704±0.0107
F2	7.1	3.0	23.7029±1.8585
F3	2.9	5.0	23.1461±0.5279
F4	7.1	5.0	24.9486±0.2986
F5	2.0	4.0	22.8751±0.8223
F6	8.0	4.0	25.0772±0.3615
F7	5.0	2.0	24.2814±1.5319
F8	5.0	6.0	22.9496±1.1727
F9	5.0	4.0	24.2191±1.3408
F10	5.0	4.0	24.3195±0.5842
F11	5.0	4.0	24.2693±0.0709
CONTROL			22.1532±0.5887

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

Se determinó los valores de cromaticidad que presenta la miga de cada una de las 11 formulaciones de bizcochos, los cuales van desde los 22.8751±0.8223, hasta los 25.0772±0.3615.

Donde la F5 (2% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), es la que presenta menor valor de cromaticidad de 22.8751±0.8223, por el contrario la F6 (8% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), son los que presentan mayor valor de cromaticidad, el cual es 25.0772±0.3615.

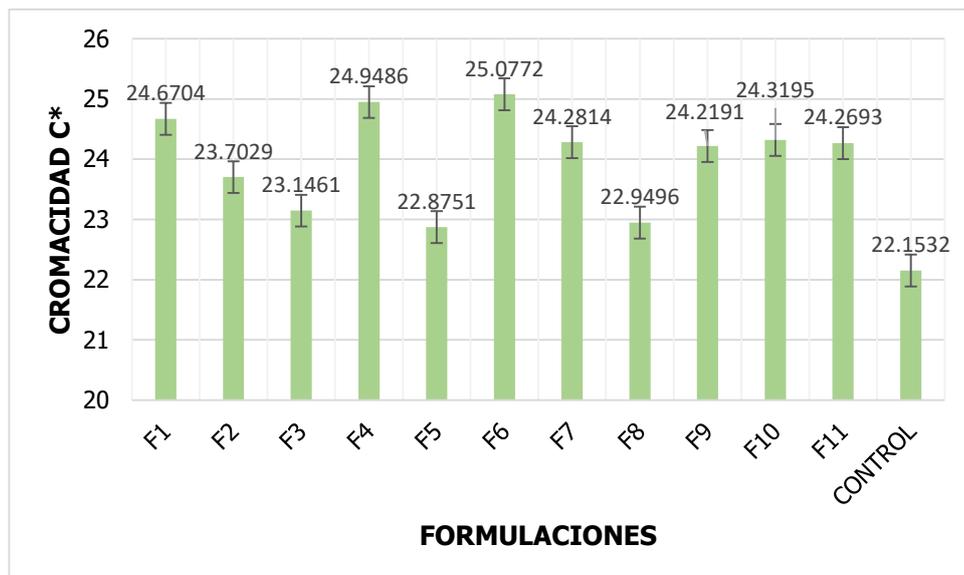


Figura 29: Cromacidad de la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

La figura 29, muestra los valores de cromaticidad que presenta la miga del bizcocho control así como cada uno de las formulaciones, mostrando un valor de cromaticidad de 22.1532 para el bizcocho control.

Donde la formulación que presenta un valor similar o cercano al bizcocho control, son las formulaciones las F5 (2% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), y F8 (5% de harina de tocosh y 6% de harina de tarwi), las cuales presentan valores de 22.8751 ± 0.8223 y 22.9496 ± 1.1727 respectivamente.

Se determinó el diagrama de Pareto de efectos estandarizados, con la finalidad de determinar cuál de los factores (lineal, cuadrático o interacción) influyen significativamente en la Cromacidad que presenta la miga de los bizcochos.

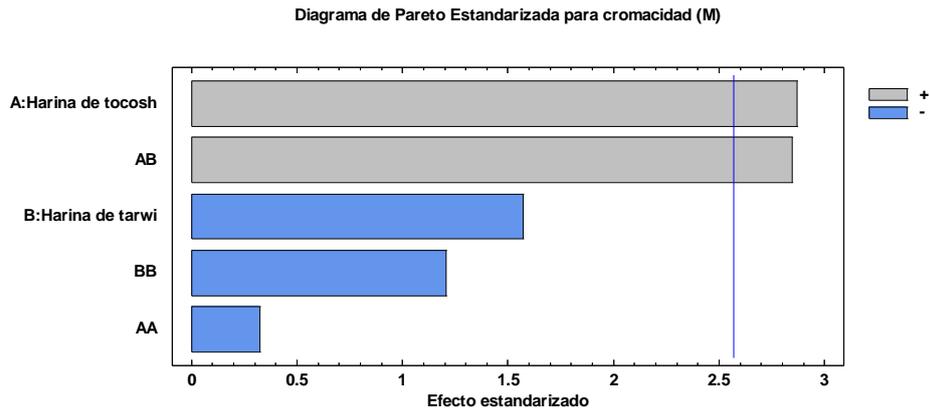


Figura 30: *Diagrama de Pareto de efectos estandarizados del parámetro de color- Cromaticidad de la miga de bizcochos de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

La figura 30, muestra que la harina de tocosh en su forma lineal, así como la interacción de esta con la harina de tocosh, es estadísticamente significativo con un nivel de significancia de 0.05, además de presentar un efecto positivo en cuanto al valor de cromacidad que presenta la miga e los bizcochos, lo que quiere decir que al incrementar la harina de tarwi en las formulaciones, el valor de cromacidad aumenta.

Mientras que la harina de tarwi en su forma cuadrática así como la forma cuadrática de la harina de tocosh no son estadísticamente significativos en el valor de cromacidad que presenta la miga de los bizcochos, sin embargo presentan un valor negativo, es decir que al incrementar la harina de tocosh, los valores de cromacidad disminuyen.

–Análisis de varianza para el parámetro de color- Cromacidad que presentan la miga de los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de la harina de trigo por la harina de tocosh y tarwi.

Para el análisis de varianza, se realizó el análisis de ANOVA, tal y como se muestra en la tabla 45, con la finalidad de ver la

significancia que presenta en la variable respuesta Cromacidad sobre las variables independientes (harinas de tocosh y tarwi).

Tabla 45: *Análisis de varianza para le valor de Cromacidad de la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Harina de tocosh	1.94959	1	1.94959	8.24	0.0350
B:Harina de tarwi	0.58431	1	0.58431	2.47	0.1768
AA	0.0248191	1	0.0248191	0.10	0.7591
AB	1.91827	1	1.91827	8.11	0.0359
BB	0.34346	1	0.34346	1.45	0.2821
Error total	1.18269	5	0.236537		
Total (corr.)	5.97855	10			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla de ANOVA mostrada, proporciona la variabilidad de la cromacidad que presenta la miga de los bizcochos, para cada uno de los efectos de manera separada, para lo cual prueba la significancia estadísticas de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental estimado, mostrando que la harina de tocosh en su forma lineal, así como la de su interacción con la harina de tarwi, tienen un valor de $p < 0.05$, indicando que son significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95%.

En cuanto al R-cuadrada, este indica que el modelo, así ajustado explica 80.2179% de variabilidad en la luminosidad que presenta la miga de los bizcochos, mientras que el R- cuadrada ajustada es el más adecuado para comprar modelos con diferentes números de variables independientes, el cual nos da un valor de 60.4357%, siendo un valor inferior al R^2 , lo que indicaría que existen elementos que no aportan de manera significativa al modelo.

Esta variación de cromacidad que presenta la miga de cada una de las formulaciones con respecto al bizcocho control lo que indica que la pureza que presenta la miga de cada una de las formulaciones con adición parcial de harina de tocosh y tarwi, presentan una pureza menor a lo que presenta la miga del bizcocho control.

Estos mismos resultados encontró Paredes, (2018), al elaborar pan de molde con adición parcial de harina de tocosh encontrando, donde la harina de tocosh muestra significancia en cuanto al color del pan, sin embargo, presento un bajo modelo de ajuste.

Este color amarillo que presenta la miga de las formulaciones de los bizcochos en comparación se debe a que presenta valores de a^* mayores que lo que presenta la formulación control (100% harina de trigo) lo que cual junto con los valores de b^* , darían este color amarillento, lo que podría deberse a la reacción no enzimática entre el azúcar reductor y las proteínas presentes en las harinas. (Gutierrez, 2022).

Esto también podría deberse a que a diferencia que en lo que sucede en la corteza de los bizcochos, la miga se somete a un tratamiento más bajos por lo que mantiene un nivel de humedad as alto en comparación de la corteza. (Tolve, at al., 2021).

–Efecto de las harinas de tocosh y tarwi en el parámetro de color- Cromaticidad en las migas de los bizcocho con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

Se determinó la gráfica de efectos principales, tal y como se muestra la figura 31, donde se aprecia el comportamiento que tiene la harina de tocosh y tarwi en cuanto a la Cromaticidad que presenta la miga de los bizcochos.

Por un lado se muestra el comportamiento de la harina de tocosh junto con la Cromaticidad que presenta la miga de los biscochos,

mostrando un comportamiento directamente proporcional, ya que al incrementarse su valor (%), también se ve incrementado los valores de Cromacidad que presentan.

Mientras que la harina de tarwi junto al parámetro de color Cromacidad, muestra un comportamiento inversamente proporcional, ya que mientras más se va incrementando el % de harina de tarwi, presente en los bizcochos, su valor de Luminosidad que presenta la miga disminuye.

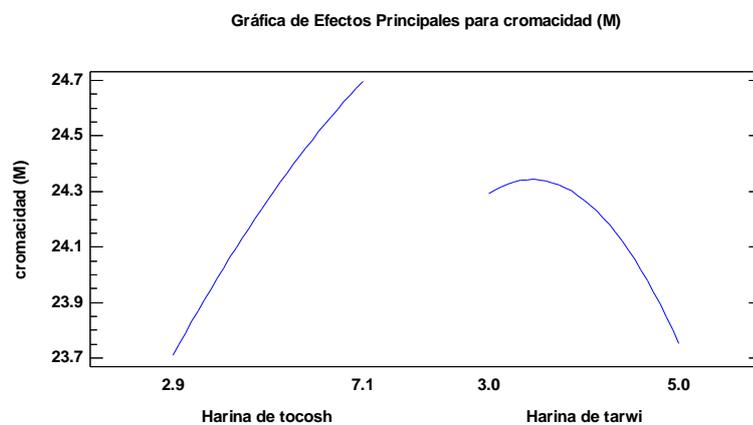


Figura 31: *Gráfica de efectos principales para el parámetro de color- Cromacidad que presenta la miga de los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

También de determino el grafico de interacción que tiene la harina de tocosh y tarwi, respecto al parámetro de color- Cromacidad que presenta la miga de los bizcochos.

La figura 32, muestra que ambas líneas de la harina de tocosh como la de tarwi se cruzan, es decir hay una interacción respecto al parámetro de color- cromacidad que presenta los bizcochos, esta interacción mencionada anteriormente se aprecia cuando la harina de tocosh aumenta su nivel de 2.9% a 7.1%, y la harina de tarwi presenta un nivel bajo de 3%, se obtiene un valor de cromacidad de 24.

Por el contrario si se aumenta el nivel de la harina de tocosh de un 2.9% a 7.1%, y la harina de tarwi se pone su valor más alto de 5%, los bizcochos presentan un valor de cromacidad de 25.

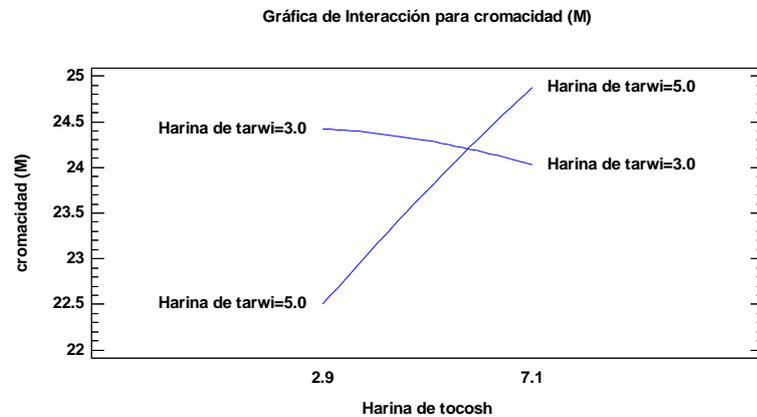


Figura 32: *Grafica de interacción para el parámetro de color-Cromacidad de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

–Análisis de regresión para el parámetro de color-Cromacidad que presentan la miga de los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de la harina de trigo por la harina de tocosh y tarwi.

Se determinó los coeficientes de regresión para cada uno de los factores, lineales, cuadráticos y de interacción, para obtener la ecuación predictiva de regresión cuadrática sobre el comportamiento del parámetro color-Cromacidad que presentan la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 46: *Coefficiente de regresión para Cromacidad en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Coefficiente	Estimado
constante	26.4485
A:Harina de tocosh	-0.933659
B:Harina de tarwi	0.0538759
AA	-0.0150329
AB	0.329766
BB	-0.24662

Donde la ecuación del modelo ajustado para el parámetro de color- Luminosidad de la miga de los bizcochos es:

$$\text{Cromacidad} = 26.4485 - 0.933659*A + 0.0538759*B - 0.0150329*A^2 + 0.329766*A*B - 0.24662*B^2$$

Donde:

A= % Harina de tocosh

B= % Harina de tarwi

La ecuación determinada, representa el modelo matemático predictivo del parámetro color-Cromacidad que presentan la miga de los bizcochos, en función de las concentraciones (%) de las harinas de tocosh y tarwi, y del cual se construye, las gráficas de superficie de respuesta y de contorno, las cuales se pueden apreciar en las figuras 33 y 34.

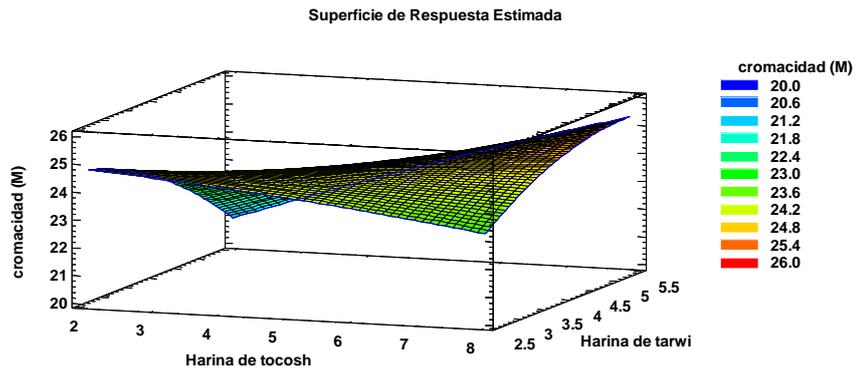


Figura 33: Grafico de Superficie de respuesta para los valores de Cromacidad en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

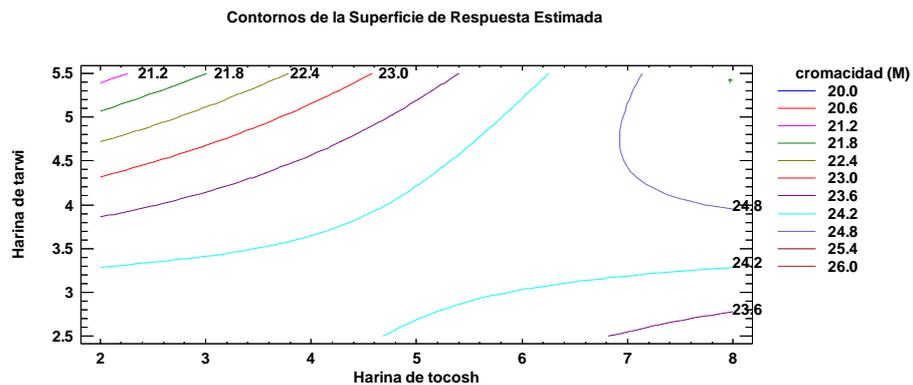


Figura 34: Grafica de contornos de la superficie de respuesta para el valor de Cromacidad presente en la miga de los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tanto las figuras 33 y 34, muestran que al incrementar el % de harina de tocosh y el % de harina de tarwi los bizcochos presentan valores altos de Cromacidad, de la misma forma, si se aumenta el % de harina de tarwi, y se disminuye el % de harina de tocosh, los valores de Cromacidad que presentan la miga de los bizcochos aumenta.

Encontrando un menor valor de Cromacidad que presenta los bizcochos, se localiza en la región que oscila en el color plomo

al verde, para niveles altos de harina de tarwi y bajos de harina de tocosh.

Por el contrario los valores altos de Cromacidad se localizan en la región verde al azul oscuro, para niveles bajos de % de harina de tarwi y niveles altos de % de harina de tocosh.

– **Optimización en parámetro de color- Cromaticidad presente en la miga en bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.**

Para la determinación del valor óptimo del parámetro de color- Cromacidad presente en la miga en los bizcochos, se tomó a la F5, la cual tiene mayor aceptabilidad por parte de los panelistas, además de presentar una mayor cantidad de proteína, que es lo que se busca, esta formulación presenta un valor de Cromacidad de 22.8751 ± 0.8223

Donde la tabla 47, muestra los niveles bajos, altos y óptimos del % de harina de tocosh y tarwi.

Tabla 47: Niveles bajo, alto y óptimo de las harinas de tocosh y tarwi.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
% Harina de tocosh	2.03015	7.96985	3.16855
% Harina de tarwi	2.58579	5.41421	4.84382

– **Evaluación de Ángulo de tonalidad (h) en la miga de los bizcochos**

La tabla 48, muestra los valores de ángulo de tonalidad que presenta la miga de las 11 formulaciones de bizcocho así como el bizcocho control, elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 48: *Ángulo de tonalidad de la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Formulaciones	%Harina de tocosh	%Harina de tarwi	Ángulo de tonalidad h*
F1	2.9	3.0	95.4194±0.2616
F2	7.1	3.0	94.7885±0.8394
F3	2.9	5.0	93.6089±0.4156
F4	7.1	5.0	94.5140±0.6100
F5	2.0	4.0	94.1531±0.8548
F6	8.0	4.0	95.5293±0.4517
F7	5.0	2.0	95.3666±0.9913
F8	5.0	6.0	92.2908±0.8528
F9	5.0	4.0	95.2756±0.4408
F10	5.0	4.0	94.6336±0.0723
F11	5.0	4.0	94.9546±0.4539
CONTROL			96.2823±0.5543

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

Se determinó los valores de ángulo de tonalidad que presenta la miga de cada una de las 11 formulaciones de bizcochos, los cuales van desde los 92.2908±0.8528, hasta los 95.5293±0.4517.

Donde la F8 (5% harina de tocosh y 6% harina de tarwi), es la que presenta menor valor de cromacidad de 92.2908±0.8528, por el contrario la F6 (8% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), son los que presentan mayor valor de cromaticidad, el cual es 95.5293±0.4517.

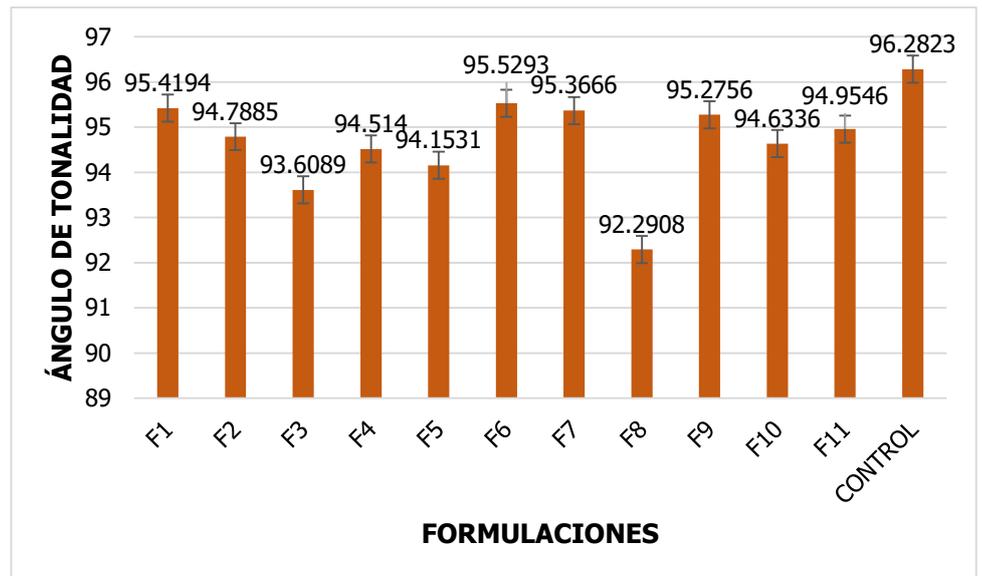


Figura 35: *Ángulo de tonalidad presente en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

La figura 35, muestra los valores de ángulo de tonalidad que presenta la miga del bizcocho control así como cada uno de las formulaciones, mostrando un valor de cromaticidad de 96.2823 para el bizcocho control.

Donde la formulación que presenta un valor similar o cercano al bizcocho control, es la F6 (8% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), y F7 (5% de harina de tocosh y 2% de harina de tarwi), las cuales presentan valores de 95.5293 ± 0.4517 y 95.3666 ± 0.9913 respectivamente.

Se determinó el diagrama de Pareto de efectos estandarizados, con la finalidad de determinar cuál de los factores (lineal, cuadrático o interacción) influyen significativamente en el ángulo de tonalidad que presenta la miga de los bizcochos.

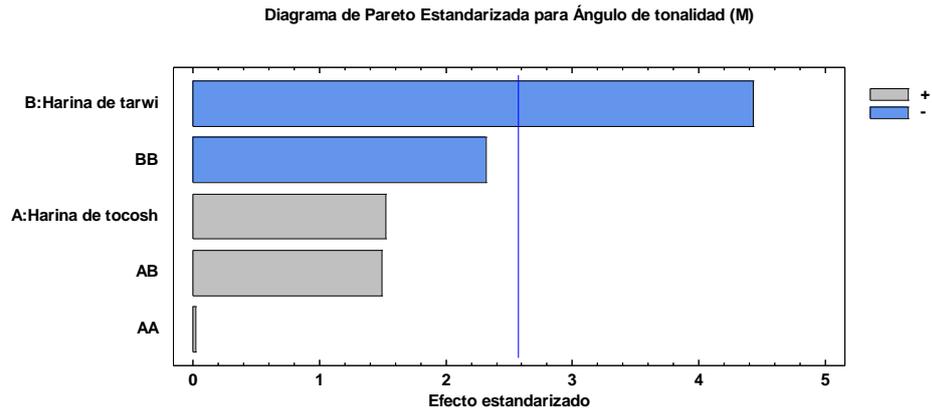


Figura 36: *Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de los valores independientes en el contenido de ángulo de tonalidad de la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

La figura 36, muestra que la harina de tarwi en su forma lineal, , es estadísticamente significativo con un nivel de significancia de 0.05, el cual junto con la forma cuadrática de la harina de tarwi, el cual no es significativos, presentan un efecto positivo en cuanto al valor de ángulo de tonalidad que presenta la miga de los bizcochos, lo que quiere decir que al incrementar la harina de tarwi en las formulaciones, el valor de ángulo de tonalidad disminuye.

Mientras que la harina de tocosh en su forma lineal y cuadrática así como la interacción de la harina de tocosh con la harina de tarwi, las cuales no son estadísticamente significativos en el valor de ángulo de tonalidad que presenta la miga de los bizcochos, presentan un valor positivo, es decir que al incrementar la harina de tocosh, los valores de ángulo de tonalidad aumenta.

–Análisis de varianza para el parámetro de color- ángulo de tonalidad que presentan la miga de los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de la harina de trigo por la harina de tocosh y tarwi.

Para el análisis de varianza, se realizó el análisis de ANOVA, tal y como se muestra en la tabla 49, con la finalidad de ver la significancia que presenta en la variable respuesta Luminosidad sobre las variables independientes (harinas de tocosh y tarwi).

Tabla 49: *Análisis de varianza para los valores de ángulo de tonalidad presente en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Harina de tocosh	0.61637	1	0.61637	2.34	0.1870
B:Harina de tarwi	5.17603	1	5.17603	19.61	0.0068
AA	0.000154308	1	0.000154308	0.00	0.9816
AB	0.589771	1	0.589771	2.23	0.1952
BB	1.41761	1	1.41761	5.37	0.0682
Error total	1.31946	5	0.263892		
Total (corr.)	9.26318	10			

Nota. Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla de ANOVA mostrada, proporciona la variabilidad del ángulo de tonalidad que presenta la miga de los bizcochos, para cada uno de los efectos de manera separada, para lo cual prueba la significancia estadísticas de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental estimado, mostrando que la harina de tarwi en su forma lineal, así tiene un valor de $p < 0.05$, indicando que son significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95%.

En cuanto al R-cuadrada, este indica que el modelo, así ajustado explica 85.7559 de variabilidad en el ángulo de tonalidad que presenta la miga de los bizcochos, mientras que el R- cuadrada ajustada es el más adecuado para comprar modelos con diferentes números de variables independientes, el cual nos da un valor de 71.5117%, siendo un valor inferior al R², lo que

indicaría que existen elementos que no aportan de manera significativa al modelo.

Esta variación del ángulo de tonalidad que presenta la miga de cada una de las formulaciones con respecto al bizcocho control, indica que tonalidad que presenta la miga del bizcocho control es superior, a lo que presenta la miga de cada una de las formulaciones.

–Efecto de las harinas de tocosh y tarwi en el parámetro de color- Cromaticidad en las migas de los bizcocho con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

Se determinó la gráfica de efectos principales, tal y como se muestra la figura 37, donde se aprecia el comportamiento que tiene la harina de tocosh y tarwi en cuanto al ángulo de tonalidad que presenta la miga de los bizcochos.

Por un lado se muestra el comportamiento de la harina de tocosh junto con el ángulo de tonalidad que presenta la miga de los bizcochos, mostrando un comportamiento directamente proporcional, ya que al incrementarse su valor (%), también se ve incrementado los valores de ángulo de tonalidad que presentan.

Mientras que la harina de tarwi junto al parámetro de color ángulo de tonalidad, muestra un comportamiento inversamente proporcional, ya que mientras más se va incrementando el % de harina de tarwi, presente en los bizcochos, su valor de angulo de tonalidad que presenta la miga disminuye.

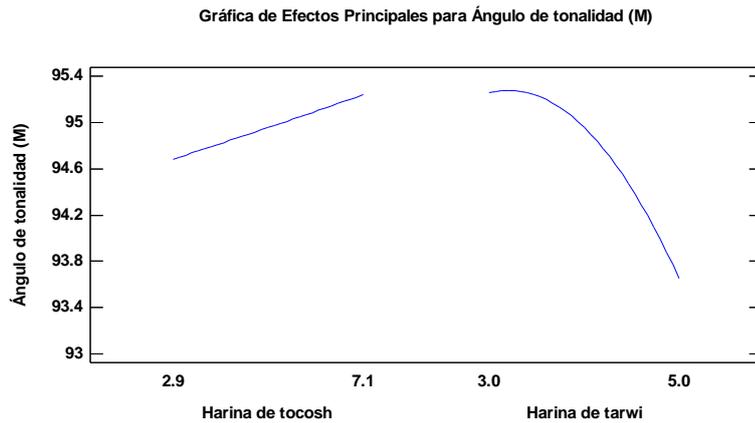


Figura 37: *Gráfica de efectos Principales para ángulo de tonalidad presente en la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

También de determino el grafico de interacción que tiene la harina de tocosh y tarwi, respecto al parámetro de color- ángulo de tonalidad que presenta la miga de los bizcochos.

La figura 38, muestra que ambas líneas de la harina de tocosh como la de tarwi no se cruza entre sí, lo que quiere decir que existe diferencia estadística significativa entre las interacciones de harina de tocosh y harina de tarwi.

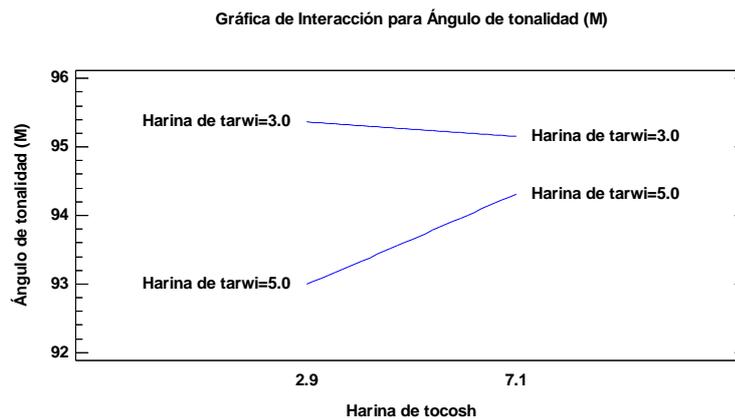


Figura 38: *Gráfica de efectos principales para el ángulo de tonalidad que presenta la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

–Análisis de regresión para el parámetro de color- ángulo de tonalidad que presentan la miga de los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de la harina de trigo por la harina de tocosh y tarwi.

Se determinó los coeficientes de regresión para cada uno de los factores, lineales, cuadráticos y de interacción, para obtener la ecuación predictiva de regresión cuadrática sobre el comportamiento del parámetro color-ángulo de tonalidad que presentan la miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 50: *Coeficiente de regresión para ángulo de tonalidad en miga de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

Coeficiente	Estimado
constante	93.1812
A:Harina de tocosh	-0.611072
B:Harina de tarwi	2.28967
AA	0.00118534
AB	0.182849
BB	-0.501035

Donde la ecuación del modelo ajustado para el parámetro de color- ángulo de tonalidad de la miga de los bizcochos es:

$$\text{Ángulo de tonalidad} = 93.1812 - 0.611072 \cdot A + 2.28967 \cdot B + 0.00118534 \cdot A^2 + 0.182849 \cdot A \cdot B - 0.501035 \cdot B^2$$

Donde:

A= % Harina de tocosh

B= % Harina de tarwi

La ecuación determinada, representa el modelo matemático predictivo del parámetro color- ángulo de tonalidad que presentan la miga de los bizcochos, en función de las concentraciones (%) de las harinas de tocosh y tarwi, y del cual

se construye, las gráficas de superficie de respuesta y de contorno, las cuales se pueden apreciar en las figuras 39 y 40.

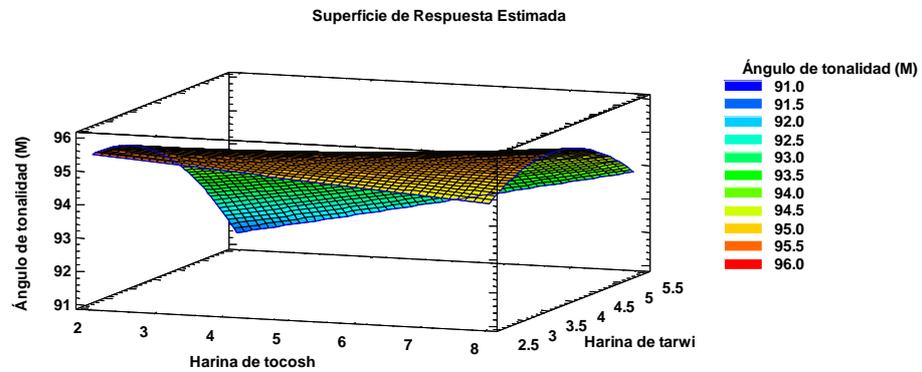


Figura 39: *Grafica de superficie de respuesta para el ángulo de tonalidad en migas de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

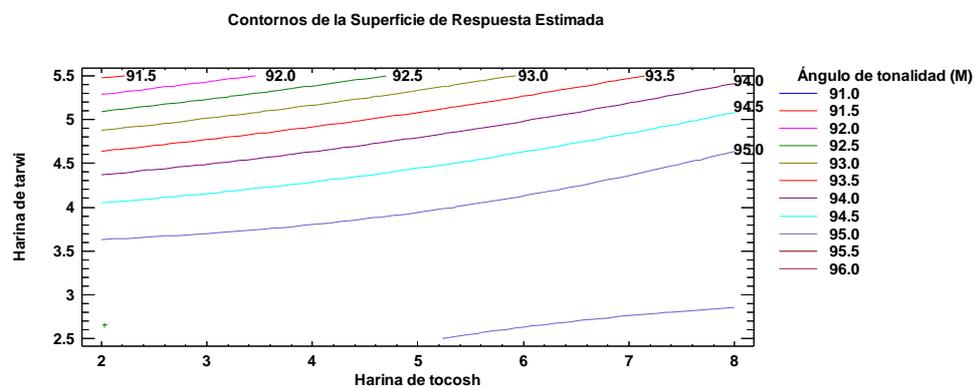


Figura 40: *Gráfico de contornos de la superficie de respuesta para los valores de ángulo de tonalidad en migas de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Tanto las figuras 39 y 40, muestran que al incrementar el % de harina de tocosh y el % de harina de tarwi los bizcochos presentan valores altos de ángulo de tonalidad. De la misma forma, si se aumenta el % de harina de tarwi, y se disminuye el

% de harina de tocosh, los valores de ángulo de tonalidad que presentan la miga de los bizcochos disminuye.

Encontrando un menor valor de ángulo de tonalidad que presenta los bizcochos, se localiza en la región que oscila en el color azul al celeste, para niveles altos de harina de tarwi y bajos de harina de tocosh.

Por el contrario los valores altos de ángulo de tonalidad se localizan en la región verde al rojo, para niveles altos de % de harina de tarwi y niveles altos de % de harina de tocosh.

– **Optimización en parámetro de color- ángulo de tonalidad presente en la miga en bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.**

Para la determinación del valor óptimo del parámetro de color-ángulo de tonalidad presente en la miga en los bizcochos, se tomó a la F5, la cual tiene mayor aceptabilidad por parte de los panelistas, además de presentar una mayor cantidad de proteína, que es lo que se busca, esta formulación presenta un valor de ángulo de tonalidad de 94.1531 ± 0.8548 .

Donde la tabla 51, muestra los niveles bajos, altos y óptimos del % de harina de tocosh y tarwi.

Tabla 51: Niveles bajo, alto y óptimo de las harinas de tocosh y tarwi.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
% Harina de tocosh	2.03015	7.96985	3.73318
% Harina de tarwi	2.58579	5.41421	4.49525

c. Evaluación del volumen específico

En el mercado existe una amplia variedad de panes derivados de diferentes granos, con diferentes procesos de elaboración, así como recetas, por lo que se han definidos y cuantificado varias características para evaluar los panes, siendo uno de estos

parámetros físicos el volumen específico, el cual permite mejorar las características intrínsecas del producto que se perciban como atributos de calidad. (Rosell, 2019)

En panes como bizcochos el volumen se ve influenciado a la capacidad que tiene la masa para atrapar más burbuja de aire, dando como resultado un volumen mayor. (Rosell, 2019)

Por ellos se determinó el volumen específico (cm^3/g) de cada una de las formulaciones de bizcocho con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi, utilizando el método de desplazamiento de semillas de baja intensidad (alpiste).

Tabla 52: *Volumen específico (cm^3/g) de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Formulaciones	%Harina de tocosh	%Harina de tarwi	Volumen Especifico (cm^3/g)*
F1	2.9	3.0	4.5738±0.1604
F2	7.1	3.0	4.5910±0.0939
F3	2.9	5.0	4.3791±0.1198
F4	7.1	5.0	4.2067±0.0518
F5	2.0	4.0	4.7249±0.0255
F6	8.0	4.0	4.7718±0.1701
F7	5.0	2.0	4.8174±0.0318
F8	5.0	6.0	4.7015±0.0859
F9	5.0	4.0	5.2624±0.2423
F10	5.0	4.0	5.2500±0.1667
F11	5.0	4.0	5.2038±0.0088
CONTROL			5.2063±0.0474

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

La tabla 52, muestra los valores de volumen específico que presenta cada una de las 11 formulaciones de bizcochos, los cuales van desde los 4.2067±0.0518, hasta los 5.2624±0.2423.

Donde la F4 (7.1% harina de tocosh y 5% harina de tarwi), es la que presenta menor valor de volumen específico de 4.2067 ± 0.0518 , por el contrario la F9 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), son los que presentan mayor valor de volumen específico, el cual es 5.2624 ± 0.2423 .

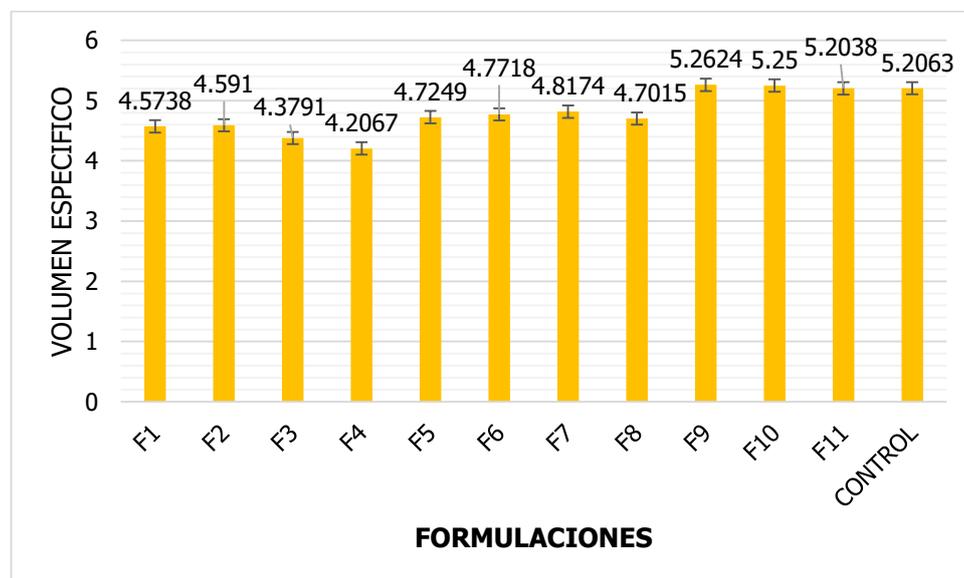


Figura 41: *Volumen específico (cm³/g) de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

La figura 41, muestra los valores de volumen específico que presenta el bizcocho control así como cada uno de las formulaciones, mostrando un valor de volumen específico de 5.2063 para el bizcocho control.

Donde la formulación que presenta un valor similar o cercano al bizcocho control, son las F9 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), F10 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi) y F11 (5% de harina de tocosh y 4% de harina de tarwi), las cuales presentan valores de 5.2624 ± 0.2423 , 5.2500 ± 0.1667 y 5.2038 ± 0.0088 respectivamente.

Esta diferencia en cuanto al valor de volumen específico a que cada una de las formulaciones de los bizcochos está elaborado con una mezcla de harina a diferencia del bizcocho control, lo que ocasiona que el bizcocho tenga un mayor valor, debido a que al

estar hecho 100% harina de trigo, el almidón presente proporciona azúcares fermentables, los cuales durante el proceso de fermentación libera dióxido de carbono (CO₂) y proporciona el crecimiento de las burbujas de aire, los cuales durante el horneado proporcionan un gran impacto en la calidad del bizcocho, tanto en términos de apariencia como de volumen final. (Rosell, 2019).

Se determinó el diagrama de Pareto de efectos estandarizados, con la finalidad de determinar cuál de los factores (lineal, cuadrático o interacción) influyen significativamente en el volumen específico que presenta los bizcochos.

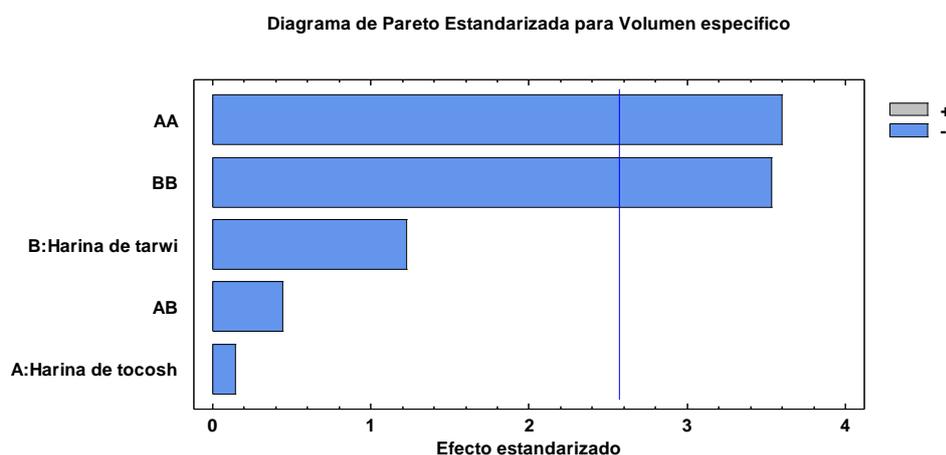


Figura 42: *Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de las variables independientes en el Volumen específico de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

La figura 42, muestra que la harina de tocosh en su forma cuadrática y la harina de tarwi en su forma cuadrática, son estadísticamente significativo con un nivel de significancia de 0.05, los cuales presentan un efecto negativo en cuanto al valor de volumen específico que presenta los bizcochos, lo que quiere decir que al incrementar la harina de tocosh en las formulaciones, el volumen específico aumenta

Mientras que la harina de tarwi en su forma lineal así como la interacción de la harina de tocosh con la harina de tarwi, y la harina de tocosh en su forma lineal, no son estadísticamente significativos en el valor de volumen específico que presenta los bizcochos, sin embargo, presentan un valor negativo, es decir que al incrementar la harina de tocosh, los valores de ángulo de tonalidad aumenta.

–Análisis de varianza para el volumen específico que presentan los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de la harina de trigo por la harina de tocosh y tarwi. Para el análisis de varianza, se realizó el análisis de ANOVA, tal y como se muestra en la tabla 53, con la finalidad de ver la significancia que presenta en la variable respuesta volumen específico sobre las variables independientes (harinas de tocosh y tarwi).

Tabla 53: *Análisis de varianza para el volumen específico (cm^3/g) de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Harina de tocosh	0.000991157	1	0.000991157	0.02	0.8889
B:Harina de tarwi	0.0689766	1	0.0689766	1.50	0.2749
AA	0.593757	1	0.593757	12.93	0.0156
AB	0.00898671	1	0.00898671	0.20	0.6767
BB	0.573568	1	0.573568	12.49	0.0167
Error total	0.229592	5	0.0459184		
Total (corr.)	1.21063	10			

Nota. Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla de ANOVA mostrada, proporciona la variabilidad del volumen específico que presenta los bizcochos, para cada uno de los efectos de manera separada, para lo cual prueba la significancia estadísticas de cada efecto comparando su

cuadrado medio contra un estimado del error experimental estimado, mostrando que la harina de tarwi en su forma cuadrática y la harina de tocosh en su forma cuadrática, tienen un valor de $p < 0.05$, indicando que son significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95%.

En cuanto al R-cuadrada, este indica que el modelo, así ajustado explica 81.0353 de variabilidad en el ángulo de tonalidad que presenta la miga de los bizcochos, mientras que el R-cuadrada ajustada es el más adecuado para comparar modelos con diferentes números de variables independientes, el cual nos da un valor de 62.0706%, siendo un valor inferior al R², lo que indicaría que existen elementos que no aportan de manera significativa al modelo.

Por otro lado, Gutierrez, (2022), al elaborar un pan de molde con adición parcial de harina de tarwi y quinua, encontró que en cuanto al volumen específico, la harina de tarwi presentó un coeficiente negativo, causando la disminución de su valor llegando a presentar valores de 1.87 al 2.52 (cm³/g), en comparación del bizcocho control el cual presenta un mayor (2.67 cm³/g).

Sin embargo, Zavala, (2019), al elaborar cupcakes con adición de harina de tarwi, argumenta que mientras aumentaba el % de harina de tarwi el volumen de los cupcakes aumenta, debido a la mayor cantidad de grasa que tiene el tarwi, el cual da una mayor incorporación de aire lo que ocasiona que haya un mayor volumen.

Por el contrario de la harina de tarwi, Paredes, (218), al utilizar la harina de tocosh en la elaboración de pan de molde obtuvo panes con un volumen específico menor (4.300 cm³/g) al utilizar 6.5% de harina de tocosh, mientras que al usar 5% de harina de tocosh, el pan presenta un volumen de 4.508 cm³/g.

–Efecto de las harinas de tocosh y tarwi en el volumen específico de los bizcocho con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

Se determinó la gráfica de efectos principales, tal y como se muestra la figura 43, donde se aprecia el comportamiento que tiene la harina de tocosh y tarwi en cuanto al volumen específico que presentan los bizcochos.

Por un lado se muestra el comportamiento de la harina de tocosh junto con el volumen específico que presenta los bizcochos, mostrando que mientras se va incrementando el % de harina de tocosh, también se incrementa el volumen específico (5.2), hasta llegar a una sustitución de 5% hasta los 7.1%, donde el volumen específico disminuye hasta llegar a los 4.9.

De la misma manea, mientras se va incrementando el % de la harina de tarwi de los 3% al 4%, los bizcochos llegan a presentar el volumen específico de 5.2, mientras que para valores de 4% al 5%, los valores de volumen específico de los bizcochos disminuyen hasta llegar a los 4.8.

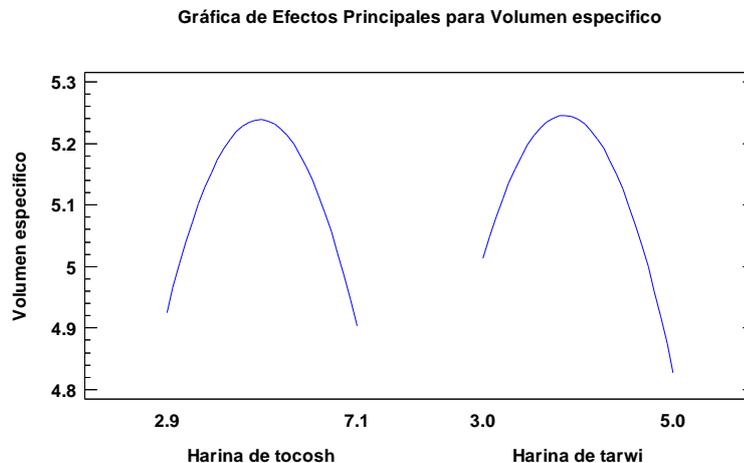


Figura 43: *Gráfica de efectos principales para el volumen específico de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

También de determino el grafico de interacción que tiene la harina de tocosh y tarwi, respecto al volumen específico que presenta los bizcochos.

La figura 44, muestra que ambas líneas de la harina de tocosh como la de tarwi no se cruzan entre sí, lo que quiere decir que existe diferencia estadística significativa entre las interacciones de harina de tocosh y harina de tarwi.

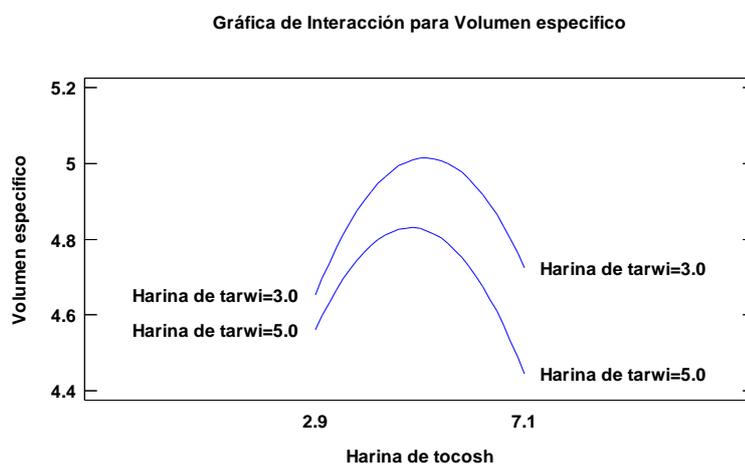


Figura 44: *Gráfica de interacción para el volumen específico de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

–Análisis de regresión para el volumen específico que presentan los bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de la harina de trigo por la harina de tocosh y tarwi.

Se determinó los coeficientes de regresión para cada uno de los factores, lineales, cuadráticos y de interacción, para obtener la ecuación predictiva de regresión cuadrática sobre el comportamiento del volumen específico que presentan los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 54: *Coefficiente de regresión para el volumen específico de bizcochos con adición de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Coefficiente	Estimado
constante	-1.75217
A:Harina de tocosh	0.820266
B:Harina de tarwi	2.5696
AA	-0.0735282
AB	-0.022571
BB	-0.318701

Donde la ecuación del modelo ajustado para el volumen específico de los bizcochos es:

$$\text{Volumen específico} = -1.75217 + 0.820266*A + 2.5696*B - 0.0735282*A^2 - 0.022571*A*B - 0.318701*B^2$$

Donde:

A= % Harina de tocosh

B= % Harina de tarwi

La ecuación determinada, representa el modelo matemático predictivo del volumen específico que presentan los bizcochos, en función de las concentraciones (%) de las harinas de tocosh y tarwi, y del cual se construye, las gráficas de superficie de respuesta y de contorno, las cuales se pueden apreciar en las figuras.

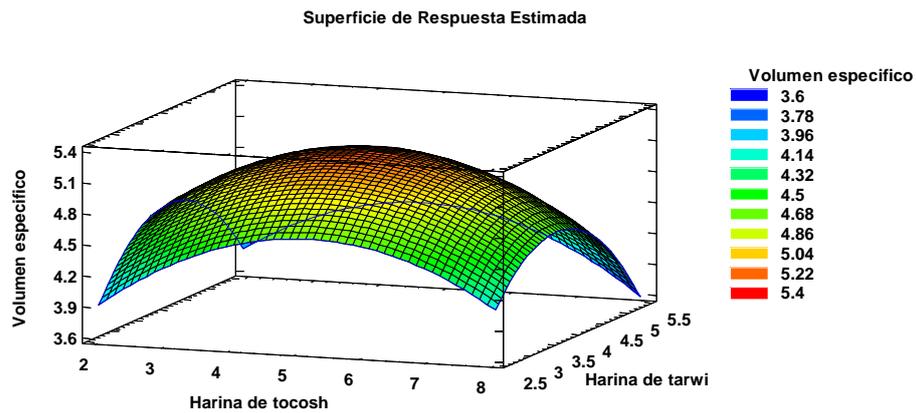


Figura 45: Grafico de superficie de respuesta para el valor de volumen específico en bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

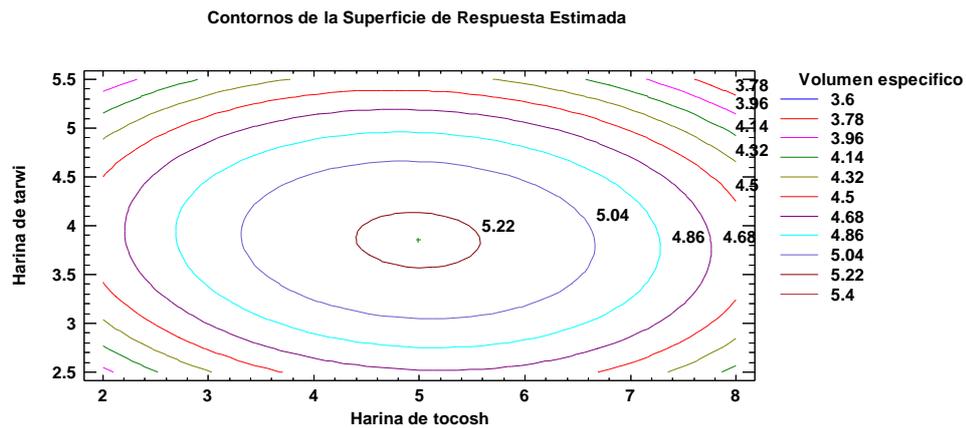


Figura 46: Grafico de contorno de la superficie de respuesta para el volumen específico de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tanto las figuras 45 y 46, muestran que al incrementar el % de harina de tocosh y el % de harina de tarwi los bizcochos presentan valores bajos de volumen específico. De la misma forma, si se aumenta el % de harina de tarwi, y se disminuye el % de harina de tocosh, los valores de volumen específico de los bizcochos disminuyen.

Encontrando un menor valor de volumen específico que presenta los bizcochos, se localiza en la región que oscila en el color azul al verde, para niveles altos de harina de tarwi y altos de harina de tocosh.

Por el contrario los valores altos de ángulo de tonalidad se localizan en la región amarilla al rojo, para niveles de 4% de harina de tarwi y 5% de harina de tocosh.

– **Optimización en parámetro de volumen específico en bizcochos elaborados a partir de la adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.**

Para la determinación del valor óptimo del volumen específico en los bizcochos, se buscó maximizar el volumen que presenta los bizcochos, además de presenta un valor de volumen específico cercano o mejor al control, siendo su valor de 5.2063 ± 0.0474 .

Donde la tabla 55, muestra los niveles bajos, altos y óptimos del % de harina de tocosh y tarwi.

Tabla 55: Niveles bajo, alto y óptimo de las harinas de tocosh y tarwi.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Harina de tocosh	2.03015	7.96985	4.98622
Harina de tarwi	2.58579	5.41421	3.8551

4.2.3. Análisis sensorial

El análisis sensorial permite determinar la calidad de un producto a través de los atributos descriptivos los cuales están relacionados con las percepciones de calidad del consumidor, los cuales se miden de manera objetiva. (Rosell, 2019)

Por lo que se llevó a cabo el análisis sensorial de las 11 formulaciones de los bizcochos con sustitución parcial de harina de

trigo por harina de tocosh y tarwi, así como del bizcocho control el cual está elaborado con 100% harina de trigo, esta evaluación se realizó a 38 panelistas, los cuales evaluaron tanto el color, sabor, olor y textura de cada uno de los bizcochos, para esta evaluación se utilizó una escala hedónica de 7 puntos siendo 1= No me gusta hasta 7= Me gusta mucho.

Para la evaluación de los bizcochos, se le entrego a los panelistas los bizcochos en platos descartables donde cada plato se encontraba codificado, luego se realizó una breve explicación sobre las pautas sobre las escalas del puntaje, cabe resaltar que a cada panelistas, se le entrego de forma aleatoria las muestras de bizcocho, con la finalidad de que no estén informados sobre las formulaciones de los bizcochos, además de contar cada panelista con un vaso de agua.

a. Color

La tabla 56, muestra el promedio dado por los panelistas a cada una de las formulaciones de los bizcochos en cuanto al color, así como al bizcocho control, elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 56: *Valores promedios de puntuación para el atributo sensorial color para los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Formulaciones	%Harina de tocosh	%Harina de tarwi	Color*
F1	2.9	3.0	5.5526±0.6017
F2	7.1	3.0	5.3684±0.8517
F3	2.9	5.0	5.4211±0.9192
F4	7.1	5.0	5.2105±0.9907
F5	2.0	4.0	5.5789±1.1060
F6	8.0	4.0	5.3421±0.8785
F7	5.0	2.0	5.3421±0.8785
F8	5.0	6.0	5.1053±0.8941

F9	5.0	4.0	5.3684±0.9979
F10	5.0	4.0	5.5789±1.1302
F11	5.0	4.0	5.5132±0.94072
CONTROL			5.6316±0.8517

Nota. *Media de 38 repeticiones +DS

El promedio de los puntajes que dieron los panelistas a cada una de las 11 formulaciones de bizcochos, van desde los 5.1053±0.8941 hasta los 5.5789±1.1060.

Donde la F8 (5% harina de tocosh y 6% harina de tarwi), es la que presenta menor puntaje en cuanto al atributo color de 5.1053±0.8941, por el contrario la F5 (2% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), son los que presentan mayor puntaje, el cual es 5.5789±1.1060.

Cabe resaltar, que la F5 (2% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), es la que se acerca en cuanto al puntaje que presento el bizcochos control, el cual es de 5.6316±0.8517.

También se determinó el análisis de varianza para este atributo, tal y como se muestra en la tabla 57.

Tabla 57: *Análisis de varianza para el atributo sensorial color de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:PANELISTAS	166.498	37	4.49994	8.68	0.0000
B:FORMULACIONES	10.8038	10	1.08038	2.08	0.0250
RESIDUOS	191.923	370	0.518712		
TOTAL (CORREGIDO)	369.225	417			

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

La tabla ANOVA, muestra que los panelistas junto con las formulaciones son estadísticamente significativo ($P < 0.05$), lo

que indica que las harinas de tocosh y tarwi añadidas de forma parcial en los bizcochos influyen en el color, percibida por los panelistas.

Esta variación de color que se percibió por los panelistas se debe a la función que tiene la proteína junto con los azúcares durante el proceso de horneado, ya que la descomposición de la proteína las cuales son liberadas por la actividad enzimática y los azúcares, aparte de encargarse de endulzar la miga, participan las reacciones de Millar o también conocida como las reacciones de pardeamiento no enzimático, los cuales son responsables del color marrón en la corteza. (Rosell, 2019).

Sin embargo, hay investigaciones, como es el caso de Pari y Gallegos, (2014), donde elabora pan de molde con adición parcial de harina de tarwi, obtuvieron en el análisis sensorial realizado a 30 panelistas semi entrenados, que no existe diferencia significativa.

Se determinó la prueba de múltiples rangos Tukey HSD, para determinar cuál de las formulaciones presenta diferencia significativa, tal y como se muestra en la tabla 58.

Tabla 58: Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para el atributo sensorial color de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F11 - F8	*	0.552632	0.535137

La prueba de múltiples rangos Tukey HSD, muestra que existe significancia en la F8 (5% harina de tocosh y 6%tarwi) y la F11 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), mostrando que ambas formulaciones el % de harina de tocosh se mantiene constante, sin embargo, el % de harina de tarwi es menor en la F11, mientras que en la F8 tiene un mayor %, por lo que la % de harina de tarwi

tiene efecto en el color de los bizcochos, que es percibida por los panelistas, el cual presenta una puntuación aceptable entre el rango dado por los panelistas.

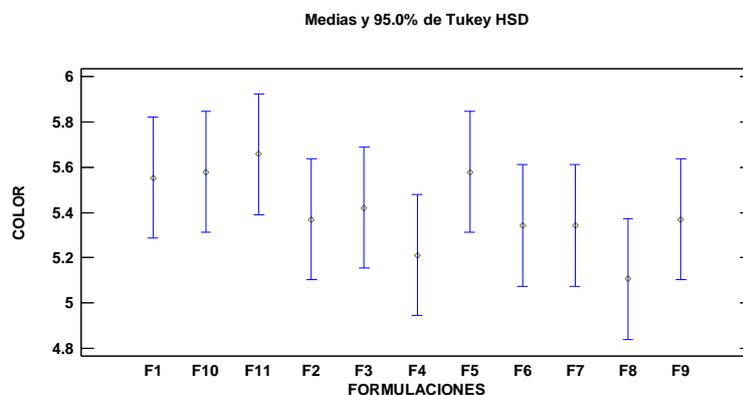


Figura 47: Medias y prueba de Tukey HSD para el atributo sensorial color en bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

La figura 47, muestra que la F11 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi) es la que presenta una mayor valor de media, mientras que la F8 (5% harina de tocosh y 6% de harina de tarwi) es la que tiene un valor de media mucho más baja.

Por un lado la F11 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi) presenta una puntuación de 5.5132 ± 0.94072 , el cual es una de las puntuaciones altas dada por los panelistas en cuanto al atributo de color de cada una de las formulaciones de bizcochos.

Mientras que la F8 (5% harina de tocosh y 6% de harina de tarwi), presenta una puntuación de 5.1053 ± 0.8941 , el cual es la puntuación más baja dado por los panelistas a cada una de las formulaciones de bizcochos en cuanto al atributo de color.

b. Olor

La tabla 59, muestra el promedio dado por los panelistas a cada una de las formulaciones de los bizcochos en cuanto al olor, así

como al bizcocho control, elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Tabla 59: *Valores promedios de puntuación para el atributo sensorial olor para los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Formulaciones	%Harina de tocosh	%Harina de tarwi	Olor*
F1	2.9	3.0	5.0789±1.3024
F2	7.1	3.0	4.7105±1.2060
F3	2.9	5.0	4.9474±0.8989
F4	7.1	5.0	4.8421±1.1277
F5	2.0	4.0	5.2895±0.8977
F6	8.0	4.0	4.7368±1.2452
F7	5.0	2.0	5.1053±1.4292
F8	5.0	6.0	5.0000±1.3152
F9	5.0	4.0	5.2105±1.2116
F10	5.0	4.0	5.0789±1.3829
F11	5.0	4.0	5.1447±1.1907
CONTROL			5.5000±1.0067

Nota. *Media de 38 repeticiones +DS

El promedio de los puntajes que dieron los panelistas a cada una de las 11 formulaciones de bizcochos, van desde los 4.7105±1.2060 hasta los 5.2895±0.8977.

Donde la F2 (7.1% harina de tocosh y 3% harina de tarwi), es la que presenta menor puntaje en cuanto al atributo color de 4.7105±1.2060, por el contrario la F5 (2% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), son los que presentan mayor puntaje, el cual es 5.2895±0.8977.

Cabe resaltar, que la F5 (2% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), es la formulación que se acerca en cuanto al puntaje que presento el bizcochos control, el cual es de 5.5000±1.0067.

También se determinó el análisis de varianza para este atributo, tal y como se muestra en la tabla 60.

Tabla 60: *Análisis de varianza para el atributo sensorial olor de los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:FORMULACIONES	17.3206	10	1.73206	2.38	0.0095
B:PANELISTAS	325.349	37	8.79322	12.10	0.0000
RESIDUOS	268.861	370	0.726652		
TOTAL (CORREGIDO)	611.531	417			

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

La tabla ANOVA, muestra que los panelistas junto con las formulaciones son estadísticamente significativo ($P < 0.05$), lo que indica que las harinas de tocosh y tarwi añadidas de forma parcial en los bizcochos influyen en el olor, percibida por los panelistas.

En general el aroma en panes y/o bizcochos están compuestos por así 300 compuestos volátiles con olores específicos, para que se den estos compuestos existen tres etapas las cuales son cruciales para el desarrollo del aroma final, empezando por el amasado, el cual las enzimas son precursores en la formación del aroma, luego está la fermentación, en donde implica las actividades de levadura y las bacterias de ácido láctico y por ultimo esta la etapa del horneado, el cual las reacciones térmicas producen compuestos que originan la oxidación e lípidos, la reacción de Maillard y la caramelización. (Prost, *et al.*, 2012).

Sin embargo, esta variación en cuanto a la aceptabilidad del olor por parte de los panelistas a cada una de las formulaciones de bizcochos, se debe a que una de las materias primas que se ha utilizado en la elaboración de los bizcochos siendo este la harina

de tocosh, el cual se obtiene mediante una fermentación anaeróbica de la papa, el cual produce su olor característico, encontrándose en varias investigaciones que la utilización de forma parcial en la elaboración de diferentes alimentos presenta una aceptabilidad baja. (Jaspreet y Lovedeep, 2016).

Como es el caso de Oyola y Padilla, (2020), el cual el elaborar galletas con sustitución parcial de harina de tocosh de papa y harina de kiwicha, encontraron que la sustitución parcial de harina de tocosh hasta un 5.1807% tiene una mayor aceptabilidad por parte de los panelistas en al olor, ya que la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides, las cuales influyen en el olor, son enmascaradas por la harina de kiwicha, sin embargo, para valores mayores las formulaciones de galletas presentaban un olor penetrante las cuales tuvieron valores bajos de aceptabilidad.

Este mismo resultado obtuvo Ambrosio y Ramos, (2018), el elaborar gomitas, demostrando que el agregar solo el 3% de harina de tocosh en la formulación presento una mayor aceptabilidad en cuanto al atributo sensorial olor teniendo así puntajes altos.

Se determinó la prueba de múltiples rangos Tukey HSD, para determinar cuál de las formulaciones presenta diferencia significativa, tal y como se muestra en la tabla 61.

Tabla 61: Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para el atributo sensorial olor de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F11 - F2	*	0.657895	0.63338

La prueba de múltiples rangos Tukey HSD, muestra que existe significancia en la F2 (7.1% harina de tocosh y 3% tarwi) y la F11 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), mostrando que ambas

formulaciones el % de harina de tocosh varia, así como el % de harina de tarwi, donde la F11, tiene un menor % de harina de tocosh y un mayor % de harina de tarwi, mientras que en la F2 tiene un mayor % de harina de tocosh, y un menor % de harina de tarwi, por lo que la harina de tocosh tiene efecto significativo en al olor que presenta los bizcochos, la cual es percibida por los panelistas.

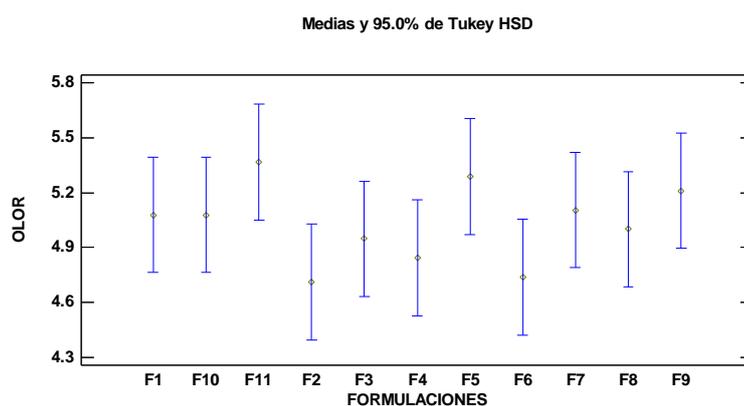


Figura 48: Medias y prueba de Tukey HSD para el atributo sensorial olor en bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

La figura 48, muestra que la F11 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi) es la que presenta una mayor valor de media, mientras que la F2 (7.1% harina de tocosh y 3% de harina de tarwi) es la que tiene un valor de media mucho más baja.

Por un lado la F11 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi) tiene una de los promedios de puntuación más altos dado por los panelistas en cuanto al atributo sensorial de olor el cual es de 5.1447 ± 1.1907 .

Mientras que la F2 (7.1% harina de tocosh y 3% de harina de tarwi), tiene la puntuación un promedio de puntuación más bajo dado por los panelistas en cuanto al atributo sensorial de olor el cual es de 4.7105 ± 1.2060 .

c. Sabor

La determinación del sabor depende en gran medida de las preferencias individuales así como de la susceptibilidad de cada persona, ya que el sabor engloba un conjunto de cualidades organolépticas las cuales incluyen el sabor, aroma y la sensación en la boca. (Wirtz, 2009)

La tabla 62, muestra el puntaje promedio dado por los panelistas a cada una de las formulaciones de los bizcochos en cuanto al atributo sensorial sabor, elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi, así como al bizcocho control.

Tabla 62: *Valores promedios de puntuación para el atributo sensorial sabor para los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

Formulaciones	%Harina de tocosh	%Harina de tarwi	Sabor*
F1	2.9	3.0	4.9211±0.9968
F2	7.1	3.0	4.4737±1.3302
F3	2.9	5.0	4.7895±0.9052
F4	7.1	5.0	4.3158±1.3174
F5	2.0	4.0	5.1579±1.1277
F6	8.0	4.0	4.4474±1.5013
F7	5.0	2.0	4.9211±1.3024
F8	5.0	6.0	5.0526±1.3345
F9	5.0	4.0	5.0526±1.0641
F10	5.0	4.0	5.2632±1.4082
F11	5.0	4.0	5.1579±1.1396
CONTROL			5.3684±1.1722

Nota. *Media de 38 repeticiones +DS

El promedio de los puntajes que dieron los panelistas a cada una de las 11 formulaciones de bizcochos, van desde los 4.3158±1.3174 hasta los 5.2632±1.4082.

Donde la F4 (7.1% harina de tocosh y 5% harina de tarwi), es la que presenta menor puntaje en cuanto al atributo sabor de 4.3158 ± 1.3174 , por el contrario la F10 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), son los que presentan mayor puntaje, el cual es 5.2632 ± 1.4082 .

Cabe resaltar, que la F10 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), es la formulación que se acerca en cuanto al puntaje promedio dado por los panelistas al bizcochos control, el cual es de 5.3684 ± 1.1722 .

También se determinó el análisis de varianza para este atributo sabor, tal y como se muestra en la tabla.

Tabla 63: *Análisis de varianza para el atributo sensorial sabor de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:FORMULACIONES	49.9713	10	4.99713	4.93	0.0000
B:PANELISTAS	243.486	37	6.58069	6.49	0.0000
RESIDUOS	375.12	370	1.01384		
TOTAL (CORREGIDO)	668.577	417			

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

La tabla ANOVA, muestra que los panelistas junto con las formulaciones son estadísticamente significativo ($P < 0.05$), lo que indica que las harinas de tocosh y tarwi añadidas de forma parcial en los bizcochos influyen en el olor, percibida por los panelistas.

Existen una serie de factores que contribuyen a la producción del sabor en el pan, encontrándose las reacciones térmicas y al caramelización, las cuales se consideran como los contribuyentes directos al sabor del pan, sin embargo, algunos

autores consideran que la harina de trigo junto con los demás ingredientes contribuyen de forma pequeña al sabor del pan. (Wirtz, 2009).

En productos que no son elaborados con 100% de harina de trigo, si no con la adición de otros tipos de harina como es el caso de Rivadeneyra y Zuloaga, (2019), donde el laboro un pan a partir de la adición parcial de la harina de tarwi, donde encontró que al adición un 20% de harina de tarwi en la formulación del pan, tiene una mayor aceptación.

También se utilizó harina de tocosh como sustituto parcial en la elaboración de pan, donde Bertinetti, (2021), demostró que al sustituir hasta un 10% de harina de tocosh en la formulación de pan, presentaba una buena aceptación por parte de los panelistas, encontrándose su calificación entre me gusta y me gusta mucho.

Se determinó la prueba de múltiples rangos Tukey HSD, para determinar cuál de las formulaciones presenta diferencia significativa, tal y como se muestra en la tabla 64.

Tabla 64: Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para el atributo sensorial sabor de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F10 - F2	*	0.789474	0.748144
F10 - F4	*	0.947368	0.748144
F10 - F6	*	0.815789	0.748144
F11 - F2	*	1.0	0.748144
F11 - F4	*	1.15789	0.748144
F11 - F6	*	1.02632	0.748144
F4 - F5	*	-0.842105	0.748144

La prueba de múltiples rangos Tukey HSD, muestra que existe significancia en la F2 (7.1% harina de tocosh y 3% harina de tarwi), F4 (7.1% harina de tocosh y 5% de harina de tarwi), F6 (8% harina de tocosh y 4 % de harina de tarwi), F5 (2% harina de tocosh y 4% de harina de tarwi) y la F11 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi).

Mostrando que en todas las formulaciones tanto el % de harina de tocosh como el % de harina de tarwi varia, donde la F5 tiene un menor % de harina de tocosh, mientras que la F6 tiene un mayor % de harina de tocosh.

En cuanto al % de harina de tarwi, la F2 tiene el menor % de harina de tarwi, mientras la F4 tiene un mayor % de harina de tarwi.

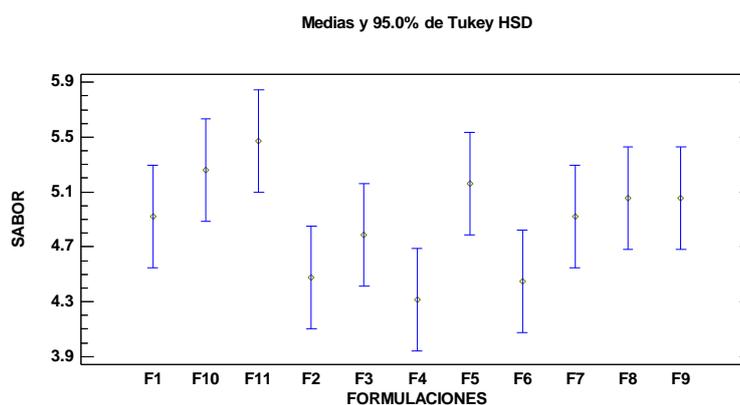


Figura 49: Medias y prueba de Tukey HSD para el atributo sensorial sabor en bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

La figura 49, muestra que la F11 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi) es la formulación que tiene mayor valor de media, mientras que la F4 (7.1% harina de tocosh y 5% de harina de tarwi) es la que presenta un menor valor de media.

Por un lado la F11 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi) tiene una de los promedios de puntuación más altos dado por los panelistas en cuanto al atributo sensorial de sabor el cual es de 5.1579 ± 1.1396 .

Mientras que la F4 (7.1% harina de tocosh y 3% de harina de tarwi), tiene la puntuación un promedio de puntuación más bajo dado por los panelistas en cuanto al atributo sensorial de sabor el cual es de 4.3158 ± 1.3174 .

Por lo que se la adición parcial de la harina de tarwi junto con la del tocosh permite tener bizcochos con aceptabilidad bueno por parte de los panelistas, incluso cerca al bizcocho control.

d. Textura

La tabla 65, muestra el puntaje promedio dado por los panelistas a cada una de las formulaciones de los bizcochos en cuanto al atributo sensorial textura, elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi, así como al bizcocho control.

Tabla 65: *Valores promedios de puntuación para el atributo sensorial textura para los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.*

Formulaciones	%Harina de tocosh	%Harina de tarwi	Textura*
F1	2.9	3.0	5.4474 ± 1.0053
F2	7.1	3.0	4.7632 ± 1.0764
F3	2.9	5.0	5.1579 ± 0.9733
F4	7.1	5.0	4.4474 ± 1.4832
F5	2.0	4.0	5.5000 ± 1.0591
F6	8.0	4.0	4.9211 ± 1.4215
F7	5.0	2.0	4.8947 ± 1.2901
F8	5.0	6.0	5.4474 ± 1.2013
F9	5.0	4.0	5.3947 ± 1.0790
F10	5.0	4.0	5.6842 ± 0.9893

F11	5.0	4.0	5.5395±0.9181
CONTROL			5.6579±1.0208

Nota. *Media de 38 repeticiones +DS

El promedio de los puntajes que dieron los panelistas a cada una de las 11 formulaciones de bizcochos, van desde los 4.4474±1.4832 hasta los 5.6842±0.9893.

Donde la F4 (7.1% harina de tocosh y 5% harina de tarwi), es la que presenta menor puntaje en cuanto al atributo sabor de 4.4474±1.4832, por el contrario la F10 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), son los que presentan mayor puntaje, el cual es 5.6842±0.9893.

Cabe resaltar, que la F10 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi), es la formulación que tiene un mayor puntaje promedio dado por los panelistas al bizcochos control, el cual es de 5.6842±0.9893, el cual es mayor al bizcocho control 5.6579±1.0208.

También se determinó el análisis de varianza para este atributo sensorial textura, tal y como se muestra en la tabla.

Tabla 66: *Valores promedios de puntuación para el atributo sensorial textura para los bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:FORMULACIONES	61.6842	10	6.16842	7.04	0.0000
B:PANELISTAS	213.474	37	5.76956	6.58	0.0000
RESIDUOS	324.316	370	0.876529		
TOTAL (CORREGIDO)	599.474	417			

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

La tabla ANOVA, muestra que los panelistas junto con las formulaciones son estadísticamente significativo ($P < 0.05$), lo que indica que las harinas de tocosh y tarwi añadidas de forma parcial en los bizcochos influyen en el olor, percibida por los panelistas.

La textura es un indicador de la frescura del pan, además de ser un atributo determinante para la aceptabilidad, la cual se ve influenciada por la levadura ya que tiene una gran importancia en la estructura y textura, así como también en el contenido de humedad que presenta el producto, es decir al presentar los bizcochos un contenido de humedad alto, su valor de textura es bajo, es decir que será más suave. (Young, 2012).

Se ha encontrado que el utilizar adición de otras harinas en la elaboración de diferentes productos panderos en cuanto al parámetro sensorial de textura puede dar productos con una aceptabilidad aceptable, como es el caso de Apaza y Izquierdo, (2017), donde al elaborar galletas con adición parcial de harina de tarwi (80 gr), en un, el 38% de los panelistas afirmaron que le gusta la textura que presenta.

Por otro lado Oyola y Padilla, (2020), utilizó la harina de tocosh para elaborar galleta, las cuales dio a probar a 30 panelistas, los cuales dieron un puntaje de 7.33 en cuanto a la aceptabilidad que presenta la galleta elaborada con 5.18% de harina de tocosh

Se determinó la prueba de múltiples rangos Tukey HSD, para determinar cuál de las formulaciones presenta diferencia significativa, tal y como se muestra en la tabla 67.

Tabla 67: Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para el atributo sensorial textura de bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F1 - F4	*	1.0	0.69564
F10 - F2	*	0.921053	0.69564
F10 - F4	*	1.23684	0.69564
F10 - F6	*	0.763158	0.69564
F10 - F7	*	0.789474	0.69564
F11 - F2	*	0.894737	0.69564
F11 - F4	*	1.21053	0.69564
F11 - F6	*	0.736842	0.69564
F11 - F7	*	0.763158	0.69564
F2 - F5	*	-0.736842	0.69564
F3 - F4	*	0.710526	0.69564
F4 - F5	*	-1.05263	0.69564
F4 - F8	*	-1.0	0.69564
F4 - F9	*	-0.947368	0.69564

La prueba de múltiples rangos Tukey HSD, muestra que existe significancia en las F2 (7.1% harina de tocosh y 3% harina de tarwi), F4 (7.1% harina de tocosh y 5% de harina de tarwi), F6 (8% harina de tocosh y 4 % de harina de tarwi), F7 (5% harina de tocosh y 2% de harina de tarwi) F8 (5% harina de tocosh y 6% de harina de tarwi), F9 (5% harina de tocosh y 4% de harina de tarwi), F10 (5% harina de tocosh y 4% de harina de tarwi) y la F11 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi).

Mostrando que en todas las formulaciones tanto el % de harina de tocosh como el % de harina de tarwi varia, donde la F7, F8, F9, F10 y F11, son las que tienen menor % de harina de tocosh, mientras que la F6 tiene un mayor % de harina de tocosh.

En cuanto al % de harina de tarwi, la F7 tiene el menor % de harina de tarwi, mientras la F8 es la que presenta un mayor % de harina de tarwi.

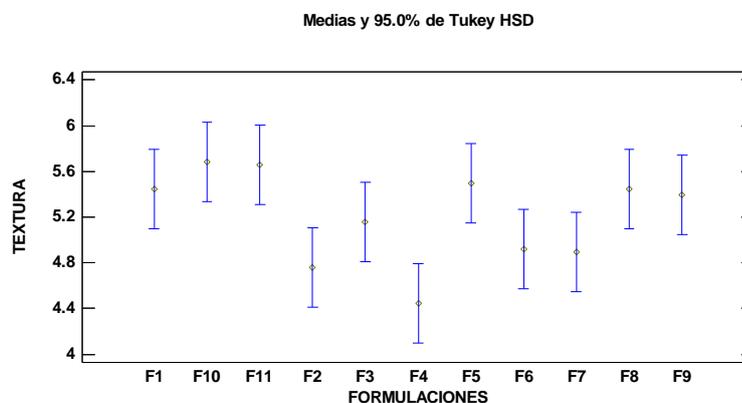


Figura 50: Medias y prueba de Tukey HSD para el atributo sensorial de textura en bizcochos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh y tarwi.

La figura 50, muestra que las F10 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi) y F11 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi) son las formulaciones que presentan una mayor valor de media, mientras que la F4 (7.1% harina de tocosh y 5% de harina de tarwi) es la que presenta un menor valor de media.

Por un lado las F10 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi) y F11 (5% harina de tocosh y 4% harina de tarwi) tienen una de los promedios de puntuación más altos dado por los panelistas en cuanto al atributo sensorial de textura las cuales son 5.6842 ± 0.9893 y 5.5395 ± 0.9181 , respectivamente.

Mientras que la F4 (7.1% harina de tocosh y 3% de harina de tarwi), tiene la puntuación un promedio de puntuación más bajo dado por los panelistas en cuanto al atributo sensorial de sabor el cual es de 4.4474 ± 1.4832 .

Por lo que se la adición parcial de la harina de tarwi junto con la del tocosh permite obtener bizcochos con una buena

aceptabilidad en cuanto a la textura por parte de los panelistas, incluso mejor que el bizcocho control.

Delgado y Neira, (2016), realizó un análisis sensorial a 75 personas, con la finalidad de determinar cuál de todas las formulaciones de pan elaborados con diferente % de adición de harina de tarwi, demostró que la adición del 30% de harina de tarwi en la elaboración de panes, presentan una buena aceptación por parte de los panelista, donde el 44% que los panes con ese % de harina de tarwi le gusta moderadamente.

Por otro lado Quispe y Mamani, (2022), elaboraron un chiffon a base de la sustitución parcial de harina de tarwi y quinua, donde encontró que en cuanto a la harina de tarwi, el añadir un 18% de harina de tarwi, le da una buen aceptación por parte de los panelistas.

4.3. Elección de la formulación óptima

Para determinar la formulación óptima, se utilizó la optimización de respuesta múltiple mediante el uso del software estadístico STATGRAPHICS, mediante la función de deseabilidad, para lo cual se tomaron las variables dependientes que presentaron significancia en el momento de la elaboración de los bizcochos como es el caso del % de proteína, Dureza (N), Luminosidad de la miga, Cromaticidad de la miga, ángulo de tonalidad de la miga y volumen específico.

Con las variables dependientes que presentaron mayor significancia, se buscó obtener el % adecuado de harina de tocosh y de harina de tarwi, que permita obtener un bizcocho con la mayor deseabilidad global.

Tabla 68: *Deseabilidad baja, alta y criterios de optimización de respuesta múltiple para la formulación óptima de bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harin de tocosh y tarwi.*

Variable dependiente	Deseabilidad	Deseabilidad	Meta
	baja	alta	
Proteína	7.90	8.48	Maximizar
Dureza (N)	5.2315	23.5415	Minimizar
Volumen específico	4.2067	5.2624	Maximizar
Luminosidad de la miga	54.2167	74.5300	58.5633
Cromacidad de la miga	22.8751	25.0772	22.8751
Angulo de tonalidad de la miga	92.2908	95.5293	94.1531

Para los análisis de color que presenta la miga como es luminosidad, cromacidad y ángulo de tonalidad, se estableció como meta la formulación que obtuvo un puntaje alto por parte de los panelistas en cuanto al atributo color, que para este caso fue la F5.

En cuanto al parámetro color que presento la corteza de los bizcochos, no se consideró, debido a que estas no presentan significancia en su análisis estadístico correspondiente.

Con la meta establecida se procedió a determinar la optimización de respuesta múltiple para las variables dependientes las cuales son estadísticamente significativas, tal y como se muestra en la tabla 69

Tabla 69: Deseabilidad prevista y observada en cada formulación de acuerdo a los criterios de optimización de cada variable de respuesta.

Fila	Dureza	Proteína	Volumen especifico	Luminosidad (M)	Cromacidad (M)	Ángulo de tonalidad (M)	Deseabilidad Prevista	Deseabilidad Observada
1	16.291	8.08	4.77176	74.53	25.0772	95.5293	0.19781	0.0
2	9.02202	8.32	4.70153	54.2167	22.9496	92.2908	0.519505	0.0
3	23.5415	8.15	4.2067	69.5425	24.9486	94.514	0.297352	0.0
4	18.3855	7.98	4.8174	73.094	24.2814	95.3666	0.0	0.210269
5	14.155	8.42	4.37914	61.195	23.1461	93.6089	0.0	0.582234
6	5.5315	8.285	5.20384	71.8267	24.2693	94.9546	0.504917	0.502048
7	13.2912	8.48	4.72492	58.5633	22.8751	94.1531	0.621689	0.0
8	5.251	8.24	5.24997	72.2	24.3195	94.6336	0.504917	0.516247
9	16.341	7.9	4.57383	71.99	24.6704	95.4194	0.249665	0.0
10	16.098	7.95	4.59099	66.43	23.7029	94.7885	0.321274	0.359989
11	5.82365	8.33	5.26242	71.4533	24.2191	95.2756	0.504917	0.463704

La determinación de la deseabilidad prevista y observada, que se observa en la tabla 69, se obtiene mediante la transformación de los valores predichos de cada variable a una escala de 0.1 con la finalidad de poder determinar su deseabilidad, debido que valores cercanos al cero predice un valor inaceptable, por el contrario valores superiores al 0.5 son aceptables, ya que valores próximos al 1 indica la deseabilidad global es máxima. (Paucar y Ramos, 2022)

Siguiendo el concepto mencionado anteriormente, la F7 (5% de harina de tocosh y 2% harina de tarwi), muestra presenta una mejor deseabilidad prevista.

Sin embargo, para poder determinar la deseabilidad global, se procedió a optimizar la deseabilidad, obteniendo un valor óptimo 0.810649 de deseabilidad, tal y como se muestra en la tabla 70.

Tabla 70: Niveles bajo, alto y óptimo del % de harina de tocosh y tarwi para la optimización deseabilidad.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
% Harina de tocosh	2.03015	7.96985	3.22356
% Harina de tarwi	2.58579	5.41421	4.5525

Luego de obtener el % óptimo de harina de tocosh y tarwi necesario para obtener bizcochos óptimos, se procedió a realizar nuevamente los bizcochos con adición parcial de harina de trigo por harina de tocosh (3.22356%) y tarwi (4.5525%), luego se procedió a analizar su vida útil, su análisis microbiológico, así como sus características químicas.

4.4. Caracterización de la composición química proximal y microbiológica de la formulación óptima.

4.4.1. Composición química proximal de la formulación optima de bizcochos

Luego de determinar el % óptimo de harina de tocosh y tarwi para obtener bizcochos con las metas establecidas para proteína, volumen específico, textura y color de miga, se procedió a determinar la

composición química próxima tanto de la formulación optima obtenido como la del control.

Tabla 71: *Composición química proximal del bizcocho óptimo y el control.*

Componente	Bizcocho control	Bizcocho óptimo
% Humedad	29.2059±0.2694	23.9921±0.1583
% Proteína	8.245±0.0071	8.65±0.1838
% Grasa	3.7253±0.7559	6.4219±0.7029
% Cenizas	0.4031±0.0034	0.5112±0.0747
% Fibra dietética total	4.052±0.7414	6.304±1.7018
% Carbohidratos	54.7717±0.2638	54.8001±1.4411

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

La tabla 71, compara la composición química proximal que presentan tanto el bizcocho control, el cual está elaborado con harina 100% harina de trigo y el bizcocho optimo elaborado a partir de la adición parcial de harina de tocosh de 3.22356% y la de harina de tarwi de 4.5525%.

En cuanto al % de humedad el bizcocho control presento una mayor contenido de humedad (29.2059%) de lo que presenta el bizcocho control (23.9921%), cabe resaltar que ambas muestras se encuentran dentro del requisito que presenta la NTP 206.002, (2018), el cual indica que para bizcochos el % de humedad que deben presentar es máximo de 40%.

En productos panaderos los cuales son elaborados a partir de la adición de diferentes tipos de harinas, presentaron un % de humedad menores que el producto que esta echo con 100% harina de trigo, como es el caso de Paredes, (2018), el cual elabora un pan de molde donde el pan de molde elaborado con 5.4% de harina de tocosh y 7.6% harina de tarwi, obtuvo un pan con un % de humedad menor (26.1%) al pan que esta echo con 100% harina de trigo (30.35%).

Por otro lado, Bertinetti, (2021), elabora pan a partir de la de 10% harina de tocosh y 15% de pasta de tarwi, encontrando que este pan presentaba una humedad de 12.26%, mientras que el pan elaborado con 100% de harina de trigo presentaba una humedad de 12.030%.

En cuanto al contenido de proteína el bizcocho optimo presento un % de proteína más alto (8.65%) de lo que presenta el bizcocho control (8.245%), esto debido al % de harina de tarwi que presenta el bizcocho optimo, ya que tal como se demostró en la figura 6, donde el % de harina de tarwi es estadísticamente significativa en el contenido de proteína que presenta el bizcocho.

Estos resultados también fueron comprobados por Laguna y Sifuentes, (2019), al elaborar galletas con % de harina de tarwi, encontrando que esta galleta presentaba un contenido de proteína 13.511%, mientras que la galleta que está elaborado con 100% harina de trigo solo presento un 8.8% de proteína de 3.55%.

Del mismo modo Rivadeneyra y Zuloaga, (2019), al elaborar un pan con 30% de harina de tarwi 5% de sangre de polvo, obtuvo panes con un % de harina de tarwi de 9.54%, mientras que el pan elaborado con 100% de harina de trigo, solo obtuvo 6% de proteína.

También Gutierrez, (2022), elaboro un pan con una adición de 3.71% de harina de harina de tarwi, encontró que este pan presento 14.20% de proteína.

El contenido de cenizas que presento el bizcocho optimo (3.22356% harina de tocosh y 4.5525% harina de tarwi) fue de 0.5112%, mientras que el bizcocho control (100% harina de trigo) obtuvo un valor menor el cual fue 0.4031%. Si comparamos estos datos obtenidos con lo que indica la NTP 206.002, (2018), podemos afirmar que ambos tipos de bizcochos se encuentra dentro de los requisitos necesarios el cual es que no debe sobrepasar el 3%.

Oyola y Padilla, (2020), al elaborar galletas con adición de 5% de harina de tocosh y 19.716% de harina de kiwicha, obtuvo galletas las cuales presentaban 1.64 g/100g de muestra.

Por otro lado, Bertinetti, (2021), elaboro pan don adición de harina de tocosh, donde encontró que el pan elaborado con 10% de harina de tocosh, presento un valor de 0.59%, mientras que el pan elaborado con 100% harina de trigo presento un contenido de cenizas de 1.43%

Se determinó el contenido de fibra dietética total, que presento los bizcochos elaborados con adición de 3.22356% harina de tocosh y 4.5525% harina de tarwi, obtuvo 6.304%, mientras que el bizcocho elaborado con 100% harina de trigo solo un contenido de fibra dietética total de 4.052%.

En cuanto al contenido de fibra Vidaurre-Ruiz, *et al.*, (2022), al elaborar muffin libre de gluten, con un 25% de harina de tarwi y 25% harina de kañiwa, obtuvieron un alto contenido de proteína, grasa y de fibra.

Esto mismo obtuvo Gutierrez- Castillo, *et al.*, (2022), al elaborar un pan con adición de 13.35% harina de quínoa y 6.65% de harina de tarwi, encontró que este pan en comparación del pan que solo está elaborado a partir de 100% harina de trigo presentaron un alto contenido de fibra dietética y proteína.

Mientras que el % de grasa que presenta el bizcochos optimo es mayor (6.4219%), a lo que presenta el bizcocho control el cual es de 3.7253%, esta variación que presenta los bizcochos en cuanto al contenido de grasa se ve influenciada por el % que presenta de harina de tarwi.

Gutierrez, (2022), al elaborar pan con adición de 3.71% de harina de tarwi y 16.29% de harina de quinoa, encontró que el pan presento un contenido de grasa de 10.13%.

Por otro lado, Laguna y Sifuentes, (2019), al elaborar galletas tipo cookies, donde encontró que al elaborar galletas con 8.8% de harina de tarwi desgrasada, mostro un contenido de grasa de 15.135%, mientras que la galleta elaborada con 100% de harina de trigo presento un contenido de grasa de 18.135%.

En cuanto al contenido de carbohidratos, ambas muestras de bizcochos presentan poca diferencia ya que el bizcocho con adición parcial de 3.22356% de harina de tocosh y de 4.5525% de harina tarwi, presento un valor de 54.8001%, mientras que el bizcocho elaborado con 100% de harina de trigo presento un valor de 54.7717%.

3337407806

4.4.2. Análisis microbiológico de mohos y levaduras de la formulación óptima de bizcochos

Se procedió a analizar el contenido de mohos y levaduras que presento el bizcocho control (100% harina de trigo) y el bizcocho óptimo (3.22356% de harina de tocosh y de 4.5525% de harina tarwi), este análisis se realizó en el laboratorio COLECBI.

Tabla 72: *Análisis de mohos y levaduras del bizcocho óptimo y control*

Ensayos	Muestras	
	Control	Óptimo
Recuento de mohos (UFC/g)	<10	<10

El ensayo microbiólogo de mohos realizado para el bizcocho control y el óptimo, mostro valores menores de 10 UFC/g, el cual comprado con lo que dice a NTP 206.002, (2018), para bizcochos en cuanto al recuento de mohos que deben presentar los bizcochos, para que sea apto para el consumo humanos (tabla 73), tanto el bizcocho optimo

como el control se encuentran por debajo de los limes, por lo que el bizcocho elabora con adición de 3.22356% de harina de tocosh y de 4.5525% de harina tarwi.

Tabla 73: *Requerimientos microbiológico de los bizcochos.*

Características	n	c	m	M
Recuento de mohos (UFC/g)	5	2	10 ²	10 ³
Recuento de Escherichia coli (*) (NMP/g)	5	1	3	20
Recuento de Staphylococcus aureus* (UFC/g)	5	1	10	10 ²
Detección de Salmonella sp*	5	0	Ausencia/ 25g	
Recuento de Bacillus cereus** (UFC/g)	5	1	10 ²	10 ⁴

Fuente: NTP 206.002, (2018)

*Para productos con rellenos

**Para aquellos elaborados con harina de arroz y/o maíz

4.5. Vida útil de la formulación óptima y control

Se determinó la vida útil del bizcocho con la mejor formulación (3.22356% de harina de tocosh y 4.5525% harina de tarwi), a través de una evaluación sensorial (color, olor, forma, sabor y textura) en base a la escala de Karlsruhe con valores que van desde 1 (muy malo) a 9 (excelente), realizada a 5 panelistas semientrenados, durante 8 días, también se determinó el análisis fisicoquímico (% Humedad, %Acidez y Textura) durante el mismo tiempo que se realizó el análisis sensorial , cabe resaltar

que los bizcochos fueron empacados en bolsas de polipropileno y almacenados a temperatura ambiente.

4.5.1. Determinación de vida útil por evaluación sensorial

Se utilizó el modelo matemático que propuso Gacula y Singh, (1984), el cual se detalla en el Anexo para el atributo de color, olor, forma, sabor y textura.

4.5.1.1. Color sensorial

La figura 51, muestra el puntaje dado por los panelistas en cuanto al atributo sensorial color, a lo largo de los 8 días que fue evaluado el bizcocho.

Donde se observa que el puntaje que fue otorgado por parte de los panelistas va disminuyendo en el transcurso de los días, donde se observa que el día 0 alcanzo un promedio de 8.8, presentando una aceptación muy buena, encontrándose en el grado 1 de la escala de Karlsruhe, las cuales pertenecen las características típicas que presentan los bizcochos, mientras que para el día 8, presentó un promedio de 3.8, encontrándose en calidad de grado 3, presentando un deterioro indeseable.

Se realizó la regresión correspondiente, se determinó el tiempo de vida útil correspondiente al bizcocho con mejor formulación en cuanto a su atributo sensorial color, para lo cual se propuso un límite de 5.5, el cual ha sido propuesto en la escala de Karlsruhe para definir la calidad comercial encontrándose que presento una vida útil de 7 días.

Laguna y Sifuentes, (2019), evaluaron el tiempo de vida útil de galletas elaboradas a partir de la adición parcial de harina de tarwi, esta evaluación se realizó por 35 días a temperatura ambiente, encontrando que los puntajes obtenidos en cuando a su aceptabilidad van disminuyendo obteniendo un valor de 6.3 para el día 0, y para el día 35, un valor de 3.1

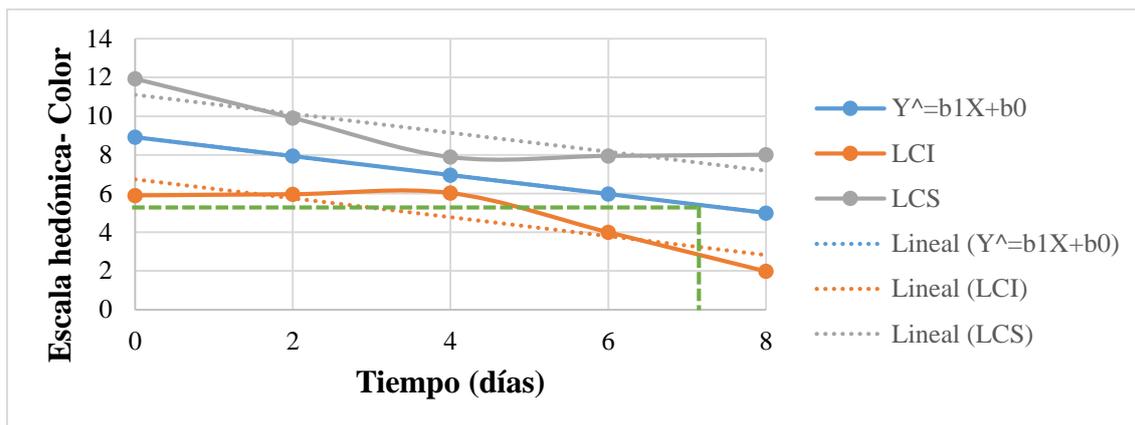


Figura 51: Grafica de regresión lineal de la vida útil del bizcocho óptimo para el atributo sensorial color.

4.5.1.2. Olor sensorial

La figura 52, muestra el puntaje dado por los panelistas en cuanto al atributo sensorial color, a lo largo de los 8 días que fue evaluado el bizcocho.

Donde se observa que el puntaje que fue otorgado por parte de los panelistas va disminuyendo en el transcurso de los días, alcanzando un promedio de 8.6 para el día 0, presentando una aceptación muy buena, ya que se encuentra en el grado 1 de la escala de Karlsruhe, lo que indica que el bizcocho presenta las características típicas, mientras que para el día 8, presentó un promedio de 3.6, encontrándose en calidad de grado 3, lo que indica que el bizcocho presentó un deterioro indeseable.

Se realizó la regresión correspondiente, se determinó el tiempo de vida útil correspondiente al bizcocho con mejor formulación en cuanto a su atributo sensorial color, para lo cual se propuso un límite de 5.5, el cual ha sido propuesto en la escala de Karlsruhe para definir la calidad comercial encontrándose que presentó una vida útil de 6 días.

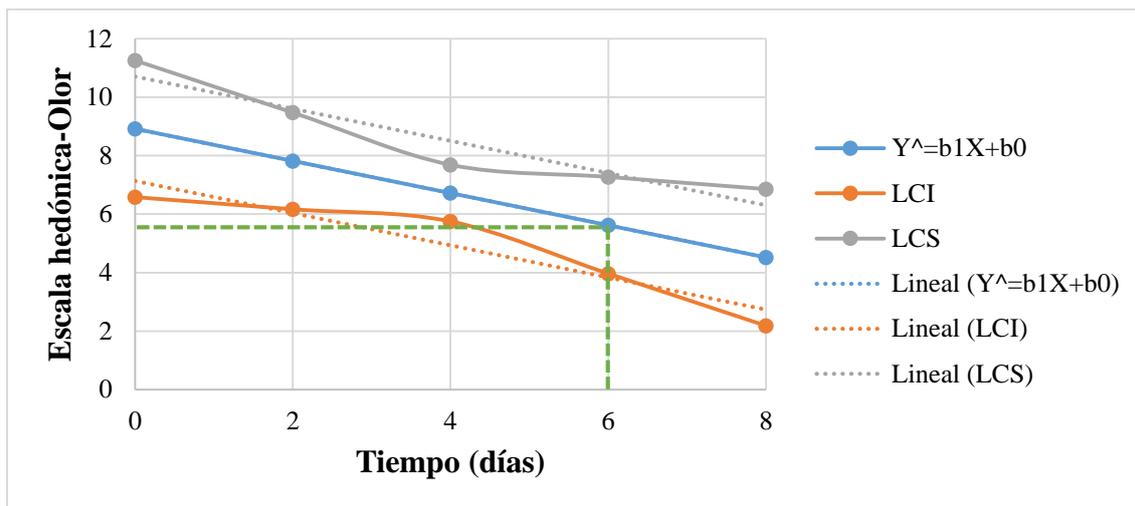


Figura 52: Grafica de regresión lineal de la vida útil del bizcocho óptimo para el atributo sensorial olor.

4.5.1.3. Forma sensorial

La figura 53, muestra el puntaje dado por los panelistas en cuanto al atributo sensorial color, a lo largo de los 8 días que fue evaluado el bizcocho.

Donde se observa que el puntaje que fue otorgado por parte de los panelistas va disminuyendo en el transcurso de los días, alcanzando un promedio de 8.6 para el día 0, presentando una aceptación muy buena, ya que se encuentra en el grado 1 de la escala de Karlsruhe, lo que indica que el bizcocho presenta las características típicas, mientras que para el día 8, presentó un promedio de 3.8, encontrándose en calidad de grado 3, lo que indica que el bizcocho presento un deterioro indeseable.

Se realizó la regresión correspondiente, se determinó el tiempo de vida útil correspondiente al bizcocho con mejor formulación en cuanto a su atributo sensorial color, para lo cual se propuso un límite de 5.5, el cual ha sido propuesto en la escala de Karlsruhe para definir la calidad comercial encontrándose que presento una vida útil de 6 días.

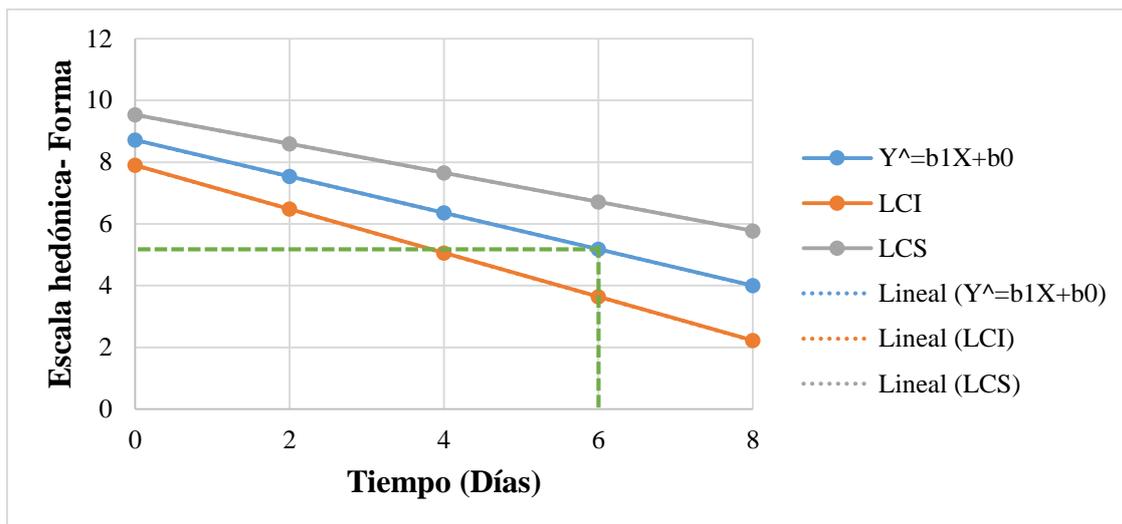


Figura 53: Grafica de regresión lineal de la vida útil del bizcocho óptimo para el atributo sensorial forma.

4.5.1.4. Sabor sensorial

La figura 54, muestra el puntaje dado por los panelistas en cuanto al atributo sensorial color, a lo largo de los 8 días que fue evaluado el bizcocho.

Donde se observa que el puntaje que fue otorgado por parte de los panelistas va disminuyendo en el transcurso de los días, alcanzando un promedio de 8.8 para el día 0, presentando una aceptación muy buena, ya que se encuentra en el grado 1 de la escala de Karlsruhe, lo que indica que el bizcocho presenta las características típicas, mientras que para el día 8, presentó un promedio de 3.6, encontrándose en calidad de grado 3, lo que indica que el bizcocho presentó un deterioro indeseable.

Se realizó la regresión correspondiente, se determinó el tiempo de vida útil correspondiente al bizcocho con mejor formulación en cuanto a su atributo sensorial color, para lo cual se propuso un límite de 5.5, el cual ha sido propuesto en la escala de Karlsruhe para definir la calidad comercial encontrándose que presentó una vida útil de 6 días.

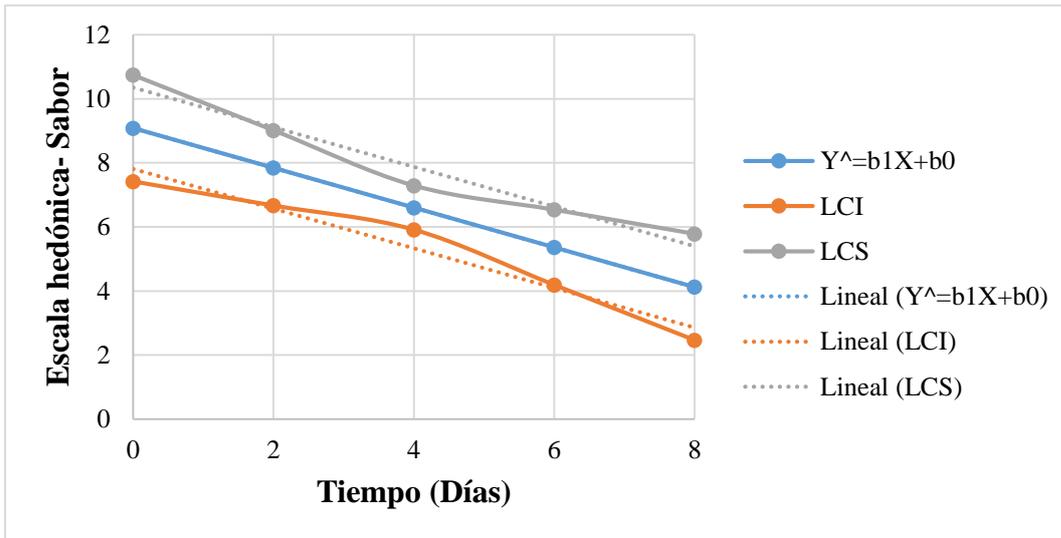


Figura 54: Grafica de regresión lineal de la vida útil del bizcocho óptimo para el atributo sensorial sabor.

4.5.1.5. Textura sensorial

La figura 55, muestra el puntaje dado por los panelistas en cuanto al atributo sensorial color, a lo largo de los 8 días que fue evaluado el bizcocho.

Donde se observa que el puntaje que fue otorgado por parte de los panelistas va disminuyendo en el transcurso de los días, alcanzando un promedio de 8.6 para el día 0, presentando una aceptación muy buena, ya que se encuentra en el grado 1 de la escala de Karlsruhe, lo que indica que el bizcocho presenta las características típicas, mientras que para el día 8, presentó un promedio de 3.4, encontrándose en calidad de grado 3, lo que indica que el bizcocho presento un deterioro indeseable.

Se realizó la regresión correspondiente, se determinó el tiempo de vida útil correspondiente al bizcocho con mejor formulación en cuanto a su atributo sensorial color, para lo cual se propuso un límite de 5.5, el cual ha sido propuesto en la escala de Karlsruhe para definir la calidad comercial encontrándose que presento una vida útil de 5 días.

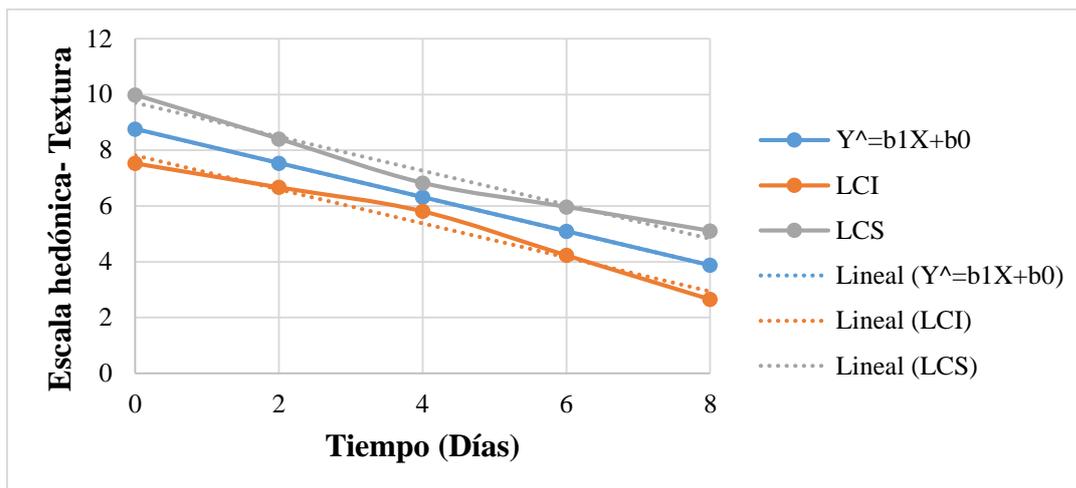


Figura 55: Grafica de regresión lineal de la vida útil del bizcocho óptimo para el atributo sensorial textura.

4.5.2. Determinación de la vida útil por análisis fisicoquímico

4.5.2.1. Humedad

La humedad es uno de los requisitos más importantes que deben cumplir los bizcochos, además de es un parámetro para la determinación de su vida útil, la NTP 206.002, indica que que los bizcochos no deben sobrepasar el 40% de humedad. El contenido de humedad en los alimentos nos indica el contenido total de agua que contiene, el cual nos proporciona información sobre las propiedades reológicas y la textura de un alimento, así también determina el tipo de reacciones químicas que puede haber en un alimento o para el desarrollo microbiano. (Bolaños, *et al.*, 2003).

Tabla 74: % Humedad del bizcocho óptimo y control durante 8 días de almacenamiento.

DÍAS	ÓPTIMO*	CONTROL*
0	23.8246±0.0771	29.2059±0.2694
2	23.9921±0.1598	27.7801±0.5892
4	23.3308±0.6173	27.8234±0.4718
6	23.0115±0.1964	25.3831±0.0187
8	22.9689±0.3767	23.9775±0.0983

*Media de 2 repeticiones + DS

La tabla 74, muestra que durante los 8 días de almacenamiento el % de humedad que presentan tanto el bizcocho control junto con el óptimo van disminuyendo llegando a presentar un valor de 23.9775% y 22.9689% respectivamente el día 8.

Además en el día 0, el bizcocho control presenta un valor de humedad mayor (29.2059%), mientras que el bizcocho control presento un valor de 23.8246%.

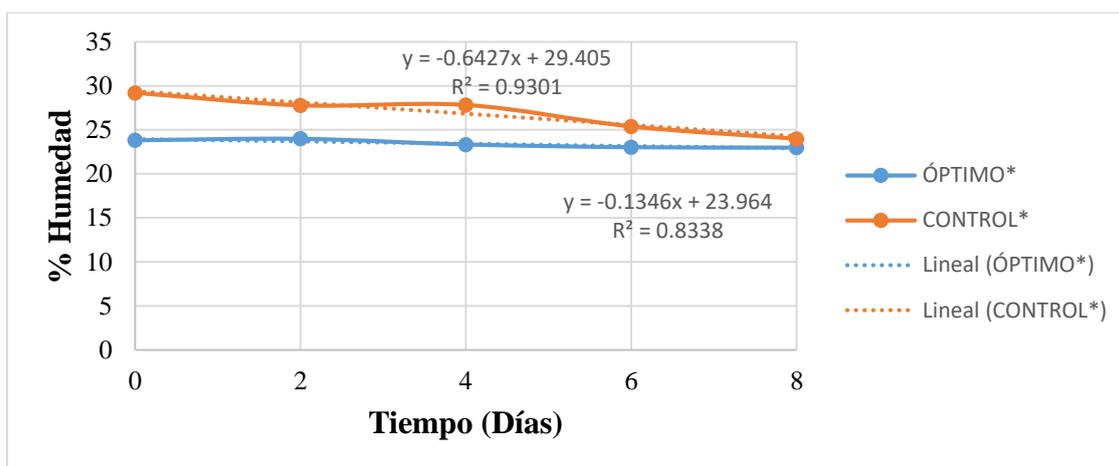


Figura 56: Variación del % de Humedad del bizcocho óptimo y control durante el tiempo de almacenamiento.

La figura 56, muestra como desciende el % de humedad que presento el bizcocho óptimo y control durante el tiempo de almacenamiento de 8 días, los cuales fueron almacenados en bolsas de polipropileno y almacenados a temperatura ambiente.

Donde se observa, que el bizcocho control, durante los 8 días de almacenamiento su % de humedad disminuyo de 29.2059% a 23.9775%, en comparación del bizcocho optimo, el cual disminuyo de 23.8246% a 22.9689%.

4.5.2.2. Acidez

Se evaluó el % de acidez que presento tanto el bizcocho optimo como el control, durante los 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 75: % Acidez del bizcocho óptimo y control durante 8 días de almacenamiento.

DÍAS	ÓPTIMO*	CONTROL*
0	0.1561±0.0314	0.1341±0.0002
2	0.1793±0.0004	0.1787±0.0002
4	0.1781±0.0012	0.1789±0.0008
6	0.2280±0.0056	0.2232±0.0004
8	0.2243±0.0005	0.2235±0.0002

*Media de 2 repeticiones + DS

La tabla 75, muestra los valores de % de acidez que obtuvieron tanto el bizcocho control como el bizcocho óptimo, donde muestra que para el día 0, el bizcocho control presento un % de acidez de 0.1341, mientras que el bizcocho optimo presento un % de acidez de 0.1561.

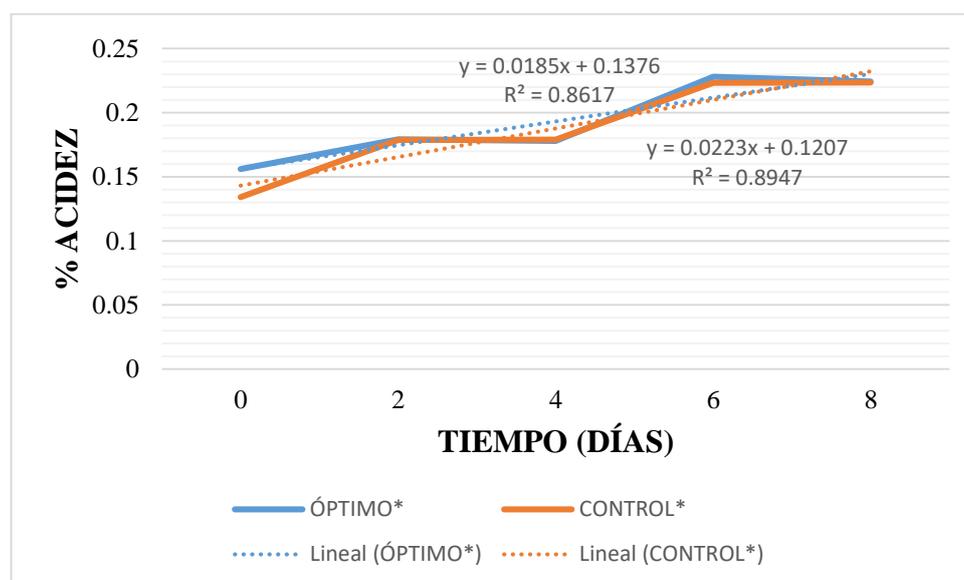


Figura 57: Variación del % acidez en el bizcocho control y optimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

La figura 57, muestra que en el día 0 de almacenamiento, el bizcocho optimo presenta un % de acidez mayor que el bizcocho control, mientras conformen pasan los días ambos terminan con un % de acidez similares para el día 8 de almacenamiento.

En cuanto al % de acidez que debe presentar un bizcocho, la NTP 206.002 indica que el % de acidez (como ácido láctico), no debe superar el 0.7%, sin embargo, los bizcochos tanto el óptimo como el control no presenta en su formulación ningún ingrediente que tenga lactosa, por lo que no aplicaría, ya que en los bizcochos lo que predominaría es el ácido sulfúrico debido a la harina de trigo.

Paucar y Espinoza, (2022), Menciona que el % de ácido sulfúrico presenta una relación directa en la temperatura de almacenamiento, ya que si no se realiza un buen almacenamiento existe una reacción de liberación ácidos grasos por la acción de la enzimas lipasas las cuales hidrolizan con una mayor velocidad la grasa, ocasionando un aumento de acidez.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Según los datos obtenidos se concluye que no se cumple la hipótesis planteada inicialmente en esta investigación.
- En base a los análisis realizados a las diferentes formulaciones de los bizcocho así como a la formulación control se puede concluir que es posible el utilizar las harinas de tocosh y tarwi en elaboración de los bizcochos, ya que adición de la harina de tarwi ayudó a obtener bizcochos con un contenido de proteína mayor al bizcocho control, mostrando un incremento del 5%, mientras que la harina de tocosh en concentraciones intermedias a las planteadas en esta investigación no afecta de manera significativa en las características tecnológicas y sensoriales de los bizcochos, obteniendo así bizcochos con buena aceptabilidad por parte de los consumidores y con un tiempo de vida útil similar al bizcocho control.

Recomendaciones

- Estudiar y evaluar sobre las nuevas formas de uso del tarwi y tocosh como complemento para productos alimenticios y así continuar con la rama de investigación.

- Estudiar sobre los beneficios y las propiedades que presenta el tocosh así como sus nuevos usos en la industria alimentaria.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Altenbach, S. B. (2017). Proteomics of Wheat Flour. *Proteomics in Food Science*, 57–73. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804007-2.00004-7>
- Alvarez-Jubete, L., Auty, M., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2009). Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. *European Food Research and Technology*, 230(3), 437-445. <https://doi.org/10.1007/s00217-009-1184-z>
- Ambrosio, C. J. y Ramos, R. A. (2018). Uso de diferentes proporciones de harina de tocosh de papa (*Solanum tuberosum* L.) y edulcorantes en la obtención de gomitas comestibles [Tesis para optar el título, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/4361>
- Ammar, I., Gharsallah, H., Ben Brahim, A., Attia, H., Ayadi, M. A., Hadrich, B., & Felfoul, I. (2020). Optimization of gluten-free sponge cake fortified with whey protein concentrate using mixture design methodology. *Food Chemistry*, 128457. doi:10.1016/j.foodchem.2020.128457
- Apaza, K.D., y Izquierdo, Y.P. (2017). Valor nutritivo y aceptabilidad de la fortificación de galleta a base de harina de trigo (*Triticum aestivum*), harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y bazo de res, para escolares, Arequipa 2017 [Tesis para el título, Universidad Nacional de San Agustín]. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA_c0cfaf7a99544a95f48eb706e5b88529/Details
- Aranda, T. J., Bocanegra, R. G. (2018). Evaluación de parámetros durante la extrusión de una mezcla de harinas de Tarwi (*Lupinus Mutabilis*) y arroz (*Oryza Sativa*) para la producción de un snack [Tesis

- para el título, Universidad Nacional Del Santa]. Repositorio institucional UN. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3052>
- Arteaga, S. P., Silva, R. A. (2015). Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum Aestivum*) por harina de Tarwi (*Lupinus Mutabillis* sweet) y harina de cascara de maracuya (*Passiflora Edulis*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes [Tesis para el título, Universidad Nacional Del Santa]. Repositorio institucional UN. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2625>
 - Azabache, R. (2015). Optimizaion del proceso de elaboración de bizcoco utilizando harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*). [Tesis para obtener el título, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7493?show=full>
 - Bertinetti, Y.R. (2021). Sustitución parcial de harina (*triticum aestivum* l.) por harina de tocosh de papa (*Solanum tuberosum*) y pasta de tarwi (*Lupinus mutabilis*) enpanificación [Tesis para el título, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1892>
 - Bolaños, N.G, y Herrera, C.H. (2003). Química de alimentos. [https://www.google.com.pe/books/edition/Qu%C3%ADmica de Alimentos/8VpJ8foyDiIC?hl=es&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Qu%C3%ADmica_de_Alimentos/8VpJ8foyDiIC?hl=es&gbpv=0)
 - Campos, D., Chirinos, R., Gálvez Ranilla, L., & Pedreschi, R. (2018). Bioactive Potential of Andean Fruits, Seeds, and Tubers. *Advances in Food and Nutrition Research*, 287–343. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005>
 - Carrera, Y., Franco, E., y Quintero, R. (2019). Desarrollo y caracterización de panquecas a base de harina de trigo (*Triticum*) y harina de yuca (*Manihot esculenta*). *I+D Tecnológico*, 15(1), 24-29. <https://doi.org/10.33412/idt.v15.1.2094>
 - Carvajal-Larenas, F. E. (2019). Nutritional, rheological and sensory evaluation of *Lupinus mutabilis* food products - a Review. *Czech Journal of Food Sciences*, 37(5), 301-311. <https://doi.org/10.17221/4/2019-cjfs>

- Castillo, P. G. (2022). “Elaboración de pan de molde con sustitución parcial de harina de quinua y tarwi” [Tesis para optar el título, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5393>
- Ccapa, P. E. (2017). Estudio del mercado del Tocosh (Tuqush) (Solamlim andigenum Fermentado-Putrefacto) y comercialización en la ciudad de Arequipa [Tesis para el título, Universidad Nacional San Agustín]. Repositorio Institucional UN. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8158>
- Chaquilla-Quilca. G., Balandrán-Quintana, R., Mendoza-Wilson, A., Mercado-Ruiz, J. (2018). Propiedades y posibilidades aplicaciones de las proteínas de salvado de Trigo. *Ciencia UAT* 12(2), 137-147. DOI: 10.29059 / cienciauat.v12i2.883
- Cordova, B. S., y Santiago, C. A. (2018). Obtención de bizcochos con diferentes porcentajes de harina de arracacha (Arracacia xanthorrhiza) [Tesis para el título, Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3948>
- Cordova, U.B., Santiago, Q.C. (2018). Obtención de bizcochos con diferentes porcentajes de harina de arracacha (Arracacia xanthorrhiza) [Tesis para el título, Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco]. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/3948>
- Custodio, K. (2019). Formulación, elaboración y prueba de aceptabilidad de un producto para preparar mazamorra a base de harina de tocosh de papa en tres sabores diferentes para niños de 12 a 2 meses. [Tesis para el título, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/12710>
- Delgado, V. S., Neira. Y. A. (2016). Elaboración, aceptabilidad, propiedades reológicas, características fisicoquímicas y valor

nutricional del pan enriquecido con harina de Tarwi, Arequipa 2016 [Tesis para el título, Universidad Nacional De San Agustín].

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1857>

- Dziki, D., Cacak-Pietrzak, G., Gawlik-Dziki, U., Sulek, A., Kocira, S., & Biernacka, B. (2019). Effect of Moldavian dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) leaves on the baking properties of wheat flour and quality of bread. *CyTA - Journal of Food*, 17(1), 536-543. <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1609587>
- Egúsquiza, B. (2000). La papa: Producción, transformación y comercialización. International Potato Center. Primera editorial. https://books.google.com.pe/books?id=6ciGbBX0uFwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Escalante, F. L. (2018). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) con harinas de vaina de Mezquite (*Prosopis* spp.) para panificación. <https://www.redalyc.org/journal/813/81357541014/>
- Ferro, J. M. (2020). Perito en elaboración y comercialización de pan. Google Books. <https://books.google.com.pe/books?id=AyfKDwAAQBAJ>
- Finnie, J., Vargas, R. J. Y., Alcázar-Alay, S., Encina-Zelada, C. R., Cabezas, D. M., Correa, M. J., & Repo-Carrasco-Valencia, R. (2022). Andean crops: kañiwa and tarwi flours used for the development of vegan gluten-free muffins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(15), 7282-7292. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12094>
- Finnie, S., y Atwell, W.A. (2016). Composition of Commercial Flour. *Wheat Flour*, 31-48. <https://doi.org/10.1016/b978-1-891127-90-8.50003-6>
- Garg, M., Sharma, A., Vats, S., Tiwari, V., Kumari, A., Mishra, V., y Krishania, M. (2021). Vitamins in cereals: A critical review of Content, Health effects, processing losses, Bioaccessibility, fortification, and biofortification strategies for their

improvement.

Frontiers in Nutrition, 8:586815. Doi: 10.3389/fnut.2021.586815

- Gutiérrez, A., Infantes, M., Pascual, G., Zamora, J. (2016). Evaluación de los factores en el des amargado de Tarwi. *Agroindustrial Science*,6(1), 145-149.
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/1139>
- Gutierrez, C. P. (2022). “Elaboración de pan de molde con sustitución parcial de harina de quinua y tarwi” [Tesis para el título, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5393>
- Gutierrez-Castillo, C., Alcázar-Alay, S., Vidaurre-Ruiz, J., Correa, M. J., Cabezas, D. M., Repo-Carrasco-Valencia, R., & Encina-Zelada, C. R. (2022). Effect of partial substitution of wheat flour by quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) flours on dough and bread quality. *Food Science and Technology International*, 108201322211063. <https://doi.org/10.1177/10820132221106332>
- INEI. (2012). Perú: Consumo per cápita de los principales alimentos 2008-2009.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1028/Libro.pdf
- Jesus, G. D., López, Z. M. (2019). Evaluacion de la vida útil del néctar de mango (*Mangifera Indica*) y maracuyá (*Passifloraedulis*) con adición de harina de Tarwi (*Lupinus Mutabilis*) [Tesis para el título, Universidad Nacional Del Santa]. Repositorio institucional UN.
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3505>
- Jiménez, E., Yépez, A., Pérez-Cataluña, A., Ramos Vásquez, E., Zúñiga Dávila, D., Vignolo, G., & Aznar, R. (2018). Exploring diversity and biotechnological potential of lactic acid bacteria from tocosh - traditional Peruvian fermented potatoes - by high throughput sequencing (HTS) and culturing. *LWT - Food Science and Technology*, 87, 567–574. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.09.033>

- Laguna, C.A. y Sifuentes, C. A. (2019). “Optimización de la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de tarwi (*lupinus mutabilis*) y harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*) en galletas tipo cookie destinados a niños en edad escolar.” [Tesis para optar el título, Universidad Nacional Del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3428>
- Latham, M. (2002). Macronutrientes: carbohidratos, grasas y proteínas. FAO. <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0d.htm>
- Latunde-Dada, G. O., Aslam, M. F., Ellis, P. R., Berry, S. E., & Sharp, P. A. (2019). Wheat Flour Fortification to Prevent Iron-Deficiency Anemia. *Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention*, 485–491. doi:10.1016/b978-0-12-814639-2.00039-3
- Lovedeep, K., y Jaspreet, S. (2016). *Advances in Potato Chemistry and Technology*. Google Books. https://www.google.com.pe/books/edition/Advances_in_Potato_Chemistry_and_Technol/GO9eBwAAQBAJ?hl=es
- Machado, J. E. O. (2001). Características físico mecánicas y análisis de calidad de granos. Univ. Nacional de Colombia. (pp. 22-23). <https://books.google.com.pe/books?id=2DWmqb6xP3wC&pg=PA2&dq=morfologia+del+grano+de+trigo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjOp5nqhrLxAhXCrpUCHYRqDQQQ6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=morfologia%20del%20grano%20de%20trigo&f=false>
- Márquez-Villacorta, L., Pretell-Vásquez, C., y Hayayumi-Valdivia, M. (2021). Functional beverage design based on fresh milk, tarwi (*Lupinus mutabilis*) beverage and oatmeal (*Avena sativa*). *Revista chilena de nutrición*, 48(4), 490-499. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182021000400490>
- Mesas, J. M., & Alegre, M. T. (2002). El pan y su proceso de elaboración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(5), 307-313. <https://www.redalyc.org/pdf/724/72430508.pdf>

- Miedzianka, J., Drzymala, K., Nems, A., Kita, A. (2021). Comparative evaluation of the antioxidant, antimicrobial and nutritive properties of gluten-free flours. *Scientific Reports*, 11: 10385. <https://www.nature.com/articles/s41598-021-89845-6>
- Moreno, I., Ramirez, A., Plana, R., Iglesias, L. (2001). El cultivo del trigo algunos resultados de su producción en cuba. *Instituto nacional de Ciencias agrícolas* 22(4): 55-67. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230162009.pdf>
- Navrotskyi, S., Guo, G., Baenziger, P. S., Xu, L., & Rose, D. J. (2019). Impact of wheat bran physical properties and chemical composition on whole grain flour mixing and baking properties. *Journal of Cereal Science*, 102790. doi: 10.1016/j.jcs.2019.102790
- Ninaquispe, Z. V. (2015). Optimización del secado del Tarwi (*Lupinus mutabilis*) por combinación de microondas y aire caliente [Tesis para el grado de doctor, Universidad Nacional De Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8208>
- OYOLA, M. A. O. C., & PADILLA, R. A. P. F. (2020). “Enriquecimiento de galleta con sustitución parcial de harina de tocosh de papa (*Solanum tuberosum* L.) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*)” [Tesis para optar el Título, Universidad Nacional de Barranca]. <https://repositorio.unab.edu.pe/handle/20.500.12935/97>
- Paredes, J. C. P. C. (2018). “Influencia de la adición de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y harina de tocosh sobre las características tecnológicas del pan de molde” [Tesis para optar el Título, Universidad Nacional del Santa] <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3234>
- Petterson, D. (2016). Lupin: Overview. *Encyclopedia of Food Grains*, 280-286. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-394437-5.00036-x>
- Plustea, L., Negrea, M., Cocan, I., Radulov, I., Tulcan, C., Berbecea, A., Popescu, I., Obistioiu, D., Hotea, I., Suster, G., Boeriu, A. E., & Alexa, E. (2022). Lupin (*Lupinus* spp.)-Fortified Bread: A Sustainable,

- Nutritionally, Functionally, and Technologically Valuable Solution for Bakery. *Foods*, 11(14), 2067. <https://doi.org/10.3390/foods11142067>
- Prost, C., Poinot, P., Rannou, C., & Arvisenet, G. (2012). Bread aroma. *Breadmaking*, 523-561. <https://doi.org/10.1533/9780857095695.3.523>
 - Pycarelle, S., Delcour, J. (2021). The role and impact on quiality of exogenous and endogenous lipids during sponge cake making. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 158-166. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.015>
 - Quiroga Ledezma, C. C. (2020). Native food crops for present and future generations. *Sustainability of the Food System*, 3–23. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818293-2.00001-X>
 - Quispe, N., & Mamani, I. (2022). Evaluación de la digestibilidad y vida útil del chiffon con sustitución parcial de harina de quinua (*chenopodium quinoa willd*) y tarwi (*lupinus mutabilis sweet*) [Tesis para optar el título, Universidad Nacional de San Antonio Abab Del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6538>
 - Ramesh, C. R y Montet, D. (eds.) (2014). *Microorganisms and Fermentation of Traditional Foods* (*CRC Press, ed.*). Primera editorial. <https://books.google.com.pe/books?id=8ofSBQAAQBAJ&pg=PA332&dq=tocosh&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj8jJSRxr7rAhUAELkGHfOABhIQ6AEwA3oEC>
[AUQA#v=onepage&q=tocosh&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=8ofSBQAAQBAJ&pg=PA332&dq=tocosh&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj8jJSRxr7rAhUAELkGHfOABhIQ6AEwA3oEC)
 - Ramos, K. P. (2017c). Bocadito con alto contenido proteico: un extruido a partir de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) y camote (*Ipomoea batatas L.*). *Redalyc.org*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357653912009>
 - Repo-Carrasco-Valencia, R., Vidaurre-Ruiz, J., & Luna-Mercado, G. I. (2020). Development of Gluten-Free Breads Using Andean Native Grains Quinoa, Kañiwa, Kiwicha and Tarwi. *The 2nd International*

- Conference of Ia ValSe-Food Network, 53(1), 15. <https://doi.org/10.3390/proceedings2020053015>
- RIVADENEYRA, M. A, AVALOS, K. G. y ZULOAGA, M. (2019). “Elaboración del pan con sustitución parcial de harina de tarwi (*lupinus mutabilis*) y fortificado con hierro hemínico.” [Tesis para optar el título, Universidad Nacional del Callao]. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/3582>
 - Rodríguez, G., Avellaneda, S., Pardo, R., Villanueva, E., & Aguirre, E. (2018). Pan de molde enriquecido con torta extruida de sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Química, reología, textura y aceptabilidad. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 199-208. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.02.04>
 - Rosell, C. M. (2019). Trends in Science of Doughs and Bread Quality. Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention, 333-343. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814639-2.00026-5>
 - Rosell, C. M., Cortez, G., & Repo-Carrasco, R. (2009). Breadmaking Use of Andean Crops Quinoa, Kañiwa, Kiwicha, and Tarwi. *Cereal Chemistry Journal*, 86(4), 386-392. <https://doi.org/10.1094/cchem-86-4-0386>
 - Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Characterization and Technological Potential of Underutilized Ancestral Andean Crop Flours from Ecuador. *Agronomy*, 11(9), 1693. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091693>
 - Salvatierra, P. Y., Azorza, R. M. (2017). *Evaluación y optimización de galletas enriquecidas con chia (salvia hispánica) y aceite extraído de Tarwi (Lupinus Mutabilis)* [Tesis para el título, Universidad Nacional Del Santa]. Repositorio institucional UN. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3028>
 - Sandoval, D. (2020): Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de hojas de moringa (*Moringa oleífera*) y harina de soya (*Glycine max*) en la elaboración de galletas dulces.

- [Tesis para el título, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio institucional UN <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3697>
- Sean, F. y William, A. (2016). Wheat Nutrition. Wheat Flour. (pp. 49-56). Editorial. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-06189-5>
 - Suca, G. R., Suca, C. (2015). Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química* 18(2),55-71.
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/11791>
 - Tinico, V. M. (2019). *Determinación de la vida útil de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de Tocosh y (Annona muricata) Guanábana* [Tesis para el título, Universidad Nacional Federico Villareal]. Repositorio Institucional UN. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3808>
 - Tolve, R., Simonato, B., Rainero, G., Bianchi, F., Rizzi, C., Cervini, M., & Giuberti, G. (2021). Wheat Bread Fortification by Grape Pomace Powder: Nutritional, Technological, Antioxidant, and Sensory Properties. *Foods*, 10(1), 75. <https://doi.org/10.3390/foods10010075>
 - Trinh, K.T. y Glasgow, S. (2012). On the texture profile analysis test. Institute of food Nutrition and Human Health Massey University. <https://ibf.iuh.edu.vn/wp-content/uploads/2019/09/tpatest.pdf>
 - Vasquez, F., Verdu, S., Islas, A., Barat, J., Grau, R. (2016). Efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de quinoa (*chenopodium quinoa*) sobre las propiedades reológicas de la masa y texturales del pan. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 17(2), 307-317. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81349041018.pdf>
 - Vásquez, V., Salhuana, J., Alvarado, M., Jiménez. L. (2019). Empleo de três métodos de desamargado a través de la evaluación sensorial de harina y pan de *Lupinus mutabilis* Sweet. *Agroindustrial Science* 9(1): 53-59. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.01.07>
 - Vidaurre-Ruiz, J., Salas-Valerio, W., & Repo-Carrasco-Valencia, R. (2019). Propiedades de pasta y texturales de las mezclas de harinas de

- quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*) en un sistema acuoso. *Rev. Investig. Altoandin*, 21(1), 5-14. <https://doi.org/10.18271/ria.2019.441>
- Wirtz, R. (2003). Improving the taste of bread. *Bread Making*, 467-486. <https://doi.org/10.1533/9781855737129.2.467>
 - Xu, J., Zhang, Y., Wang, W., & Li, Y. (2020). Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review. *Trends in Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.017>
 - Young, L. (2012). Applications of texture analysis to dough and bread. *Breadmaking*, 562-579. <https://doi.org/10.1533/9780857095695.3.562>
 - Zavala, O. C. (2019). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) en las propiedades físicoquímicos y sensoriales de cupcakes [Tesis para el título, Universidad Peruana Unión]. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2046>

VII. ANEXOS

ANEXO 1. Balance de materia para la obtención de harina de tocosh

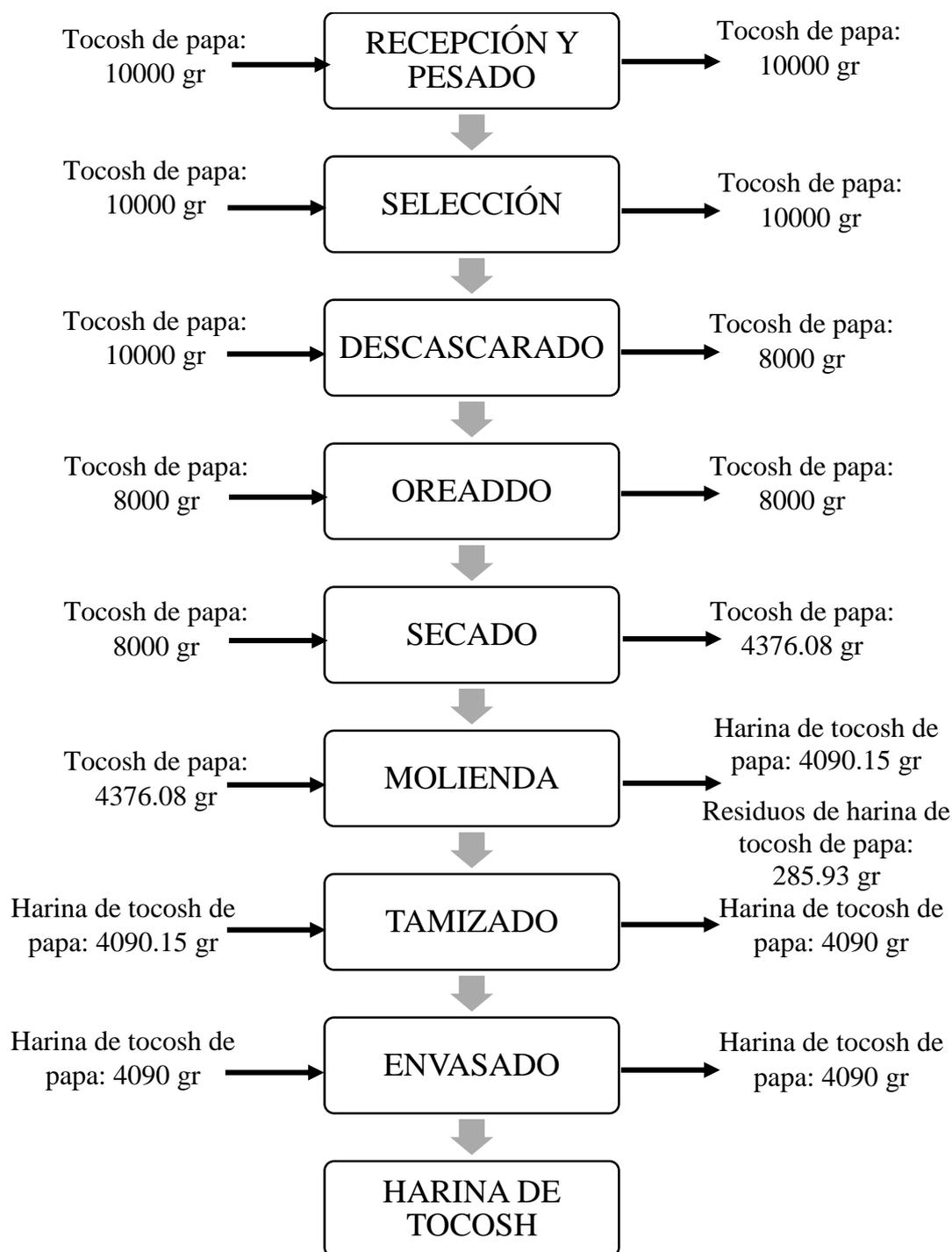


Figura 58: Diagrama de flujo del balance de materia prima para la obtención de harina de tocosh

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{4090}{10000} * 100 = 40.90\%$$

ANEXO 2. Balance de materia para la obtención de harina de tarwi.

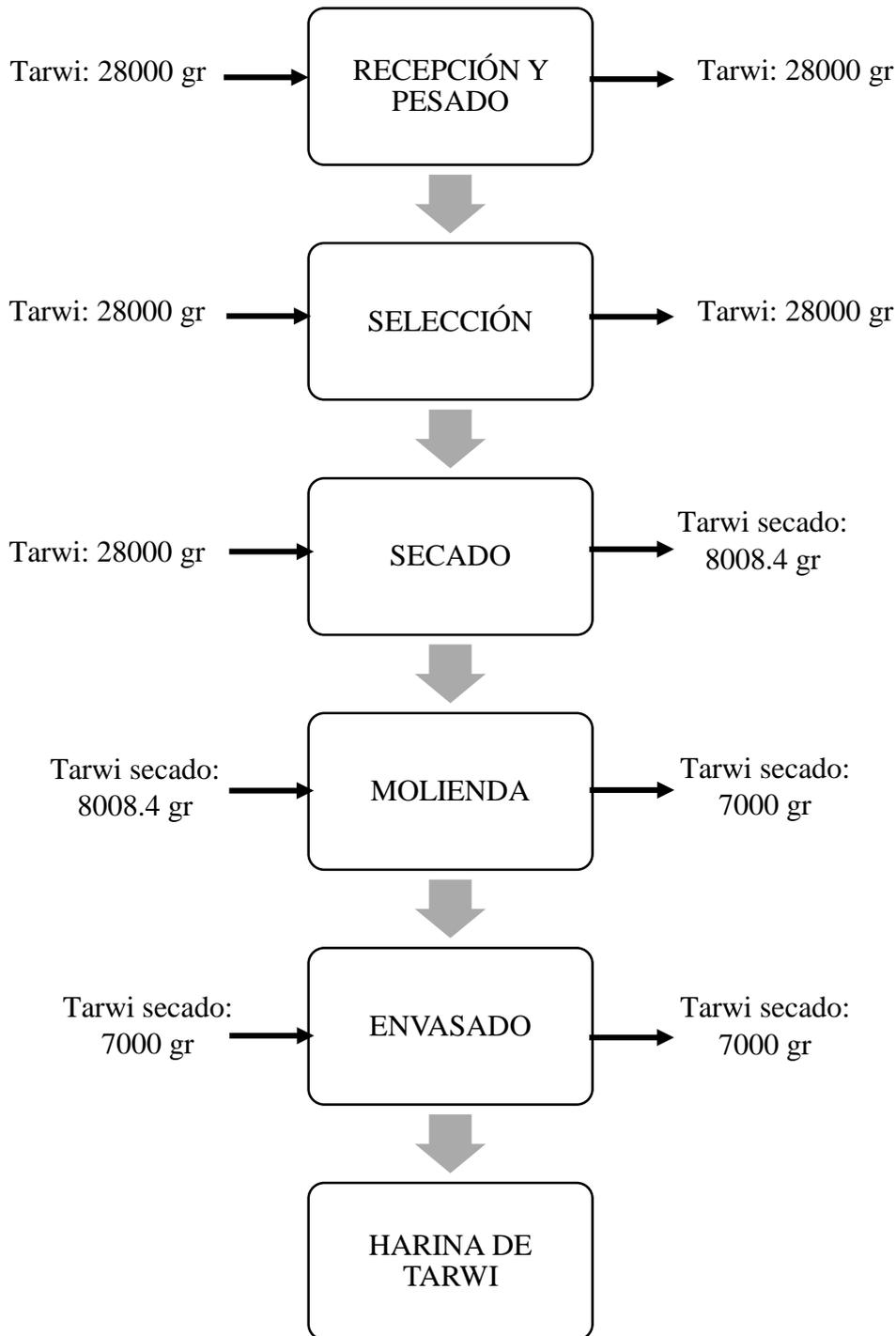


Figura 59. Diagrama de flujo del balance de materia prima para la obtención de harina de tarwi

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{7000}{28000} * 100 = 25\%$$

ANEXO 3. Proceso de obtención de la harina de tocosh



Figura 60: Recepción del tocosh de papa



Figura 61: Oreado



Figura 62: Tocosh de papa seco



Figura 63: Molienda



Figura 64: Harina de tocosh



Figura 65: Tamizado de la harina de tocosh

ANEXO 4: *Proceso de obtención de la harina de tarwi*



Figura 66: Recepción del tarwi y pesado

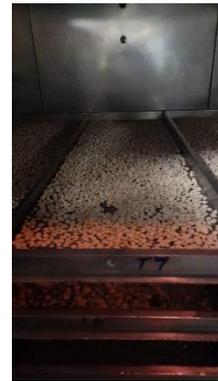


Figura 67: Secado del tarwi



Figura 68: Molienda



Figura 69: Harina de tarwi

ANEXO 5: *Proceso de elaboración del bizcocho con adición parcial de harina de tocosh y tarwi*



Figura 70: *Recepción y pesado de los ingredientes*



Figura 71: *Mezclado de los ingredientes secos*



Figura 72: *Mezclado de los ingredientes secos con los húmedos*



Figura 73: *Amasado*



Figura 74: *Boleado*



Figura 75: *Fermentado*



Figura 76: *Horneado*



Figura 77: *Enfriado*



Figura 78: *Rotulado*



Figura 79: *Almacenamiento*

ANEXO 6. Determinación del contenido de Humedad (Método de la estufa, A.O.A.C., 1990) tanto para las harinas de trigo, tocosh y tarwi como para los bizcochos.

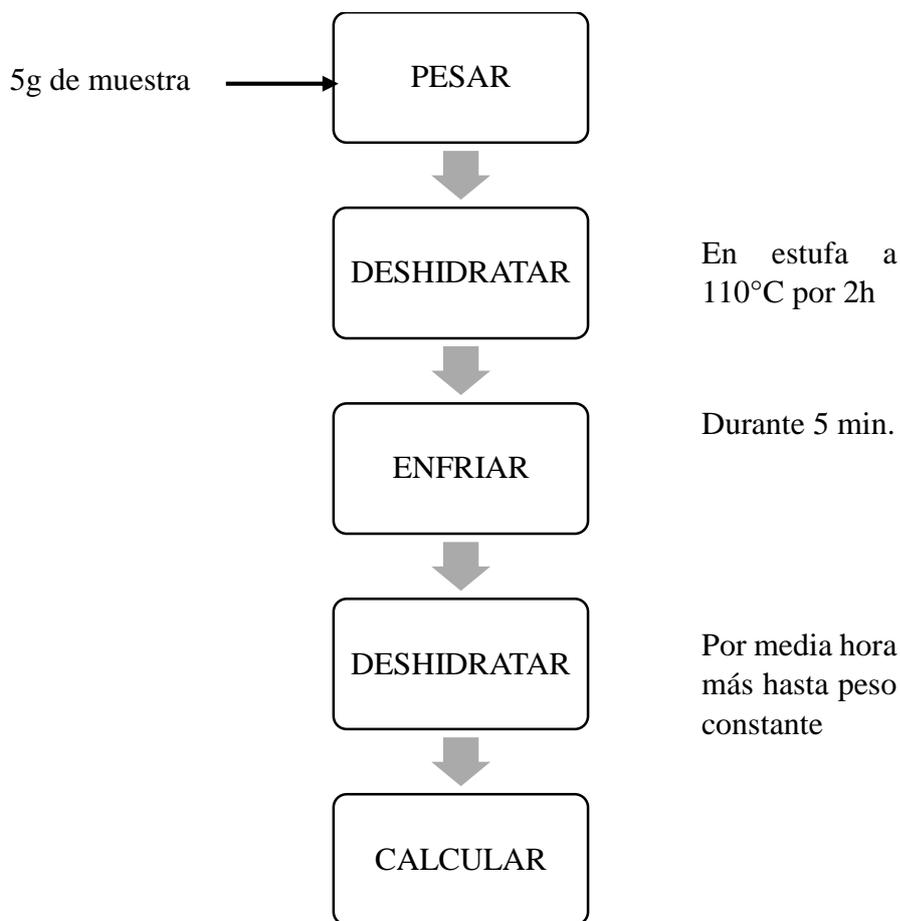


Figura 80: Diagrama de flujo de la determinación de contenido de humedad.

Formula:

$$\% \text{Humedad} = \frac{P1 - P2}{m} * 100$$

Donde:

P1= Peso de la placa más muestra

P2= Peso de la placa más muestra seca

m= Peso de la muestra



Figura 81: Pesado de 5g de muestra



Figura 82: Deshidratado en estufa a 110°C por 2hr



Figura 83: Enfriado en campana desecadora durante 5 min.



Figura 84: Pesado de la muestra seca

ANEXO 7: *Determinación del contenido de Proteína (Método Kjeldahl, A.O.A.C., 2001.11, 2012) para las harinas de tocosh y tarwi y para las muestras de bizcochos.*

ETAPA DE DIGESTIÓN

Ecuación:

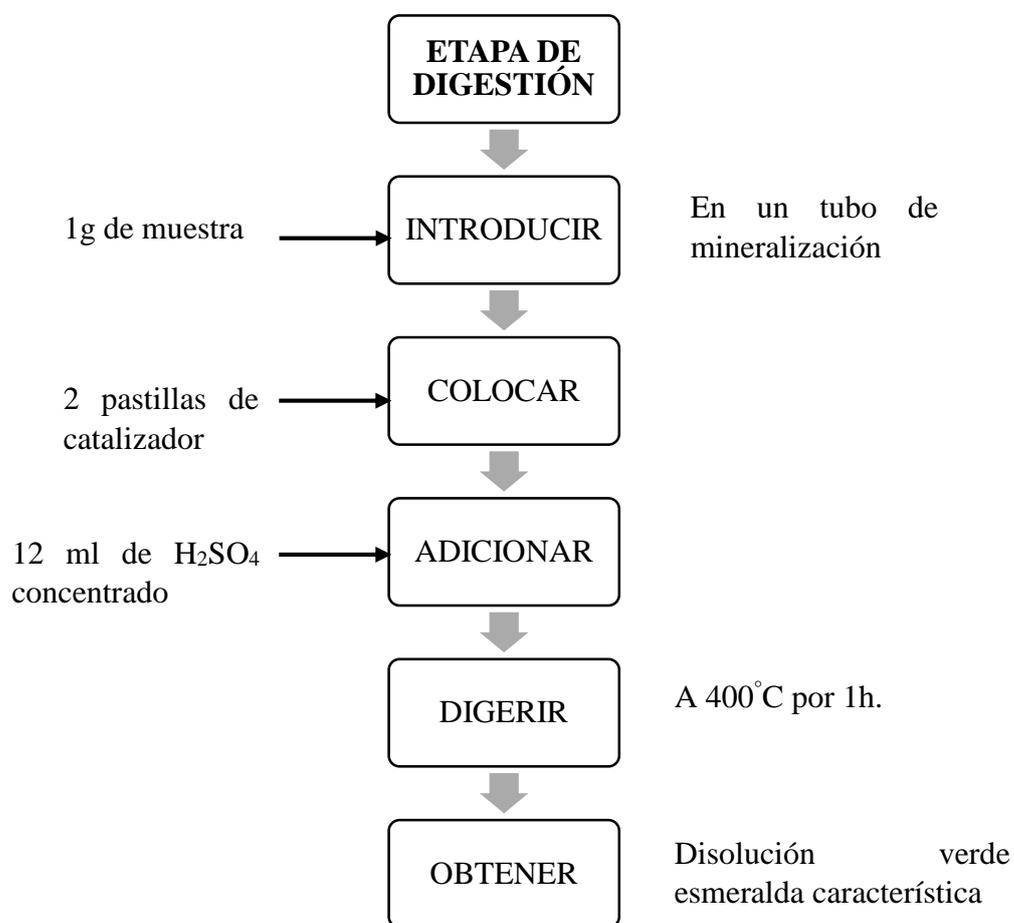
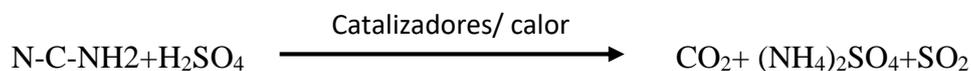


Figura 85: *Diagrama de flujo de la primera eta para la obtención de proteínas.*

ETAPA DE DESTILACIÓN

Ecuación

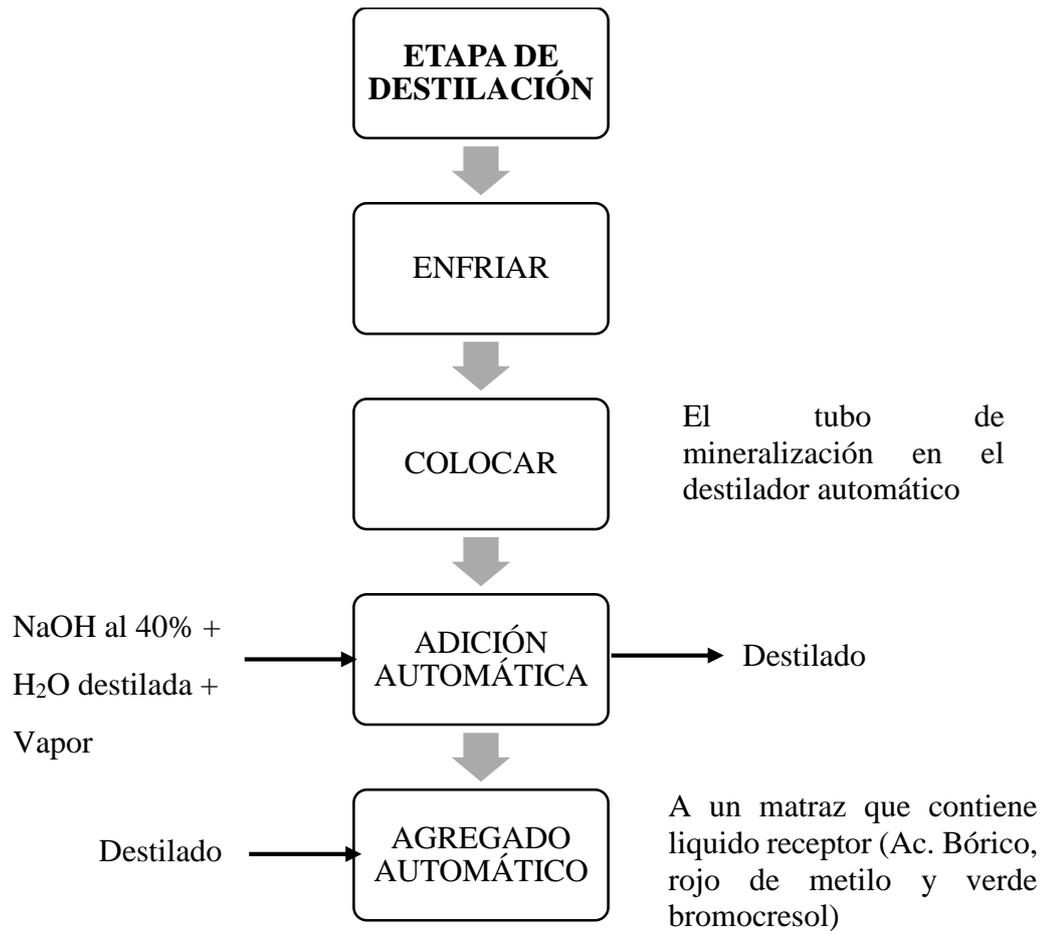
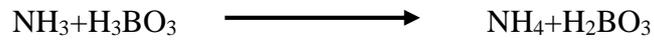


Figura 86: Diagrama de flujo de la etapa de destilación para la determinación de proteína.

ETAPA DE TITULACIÓN

Ecuación

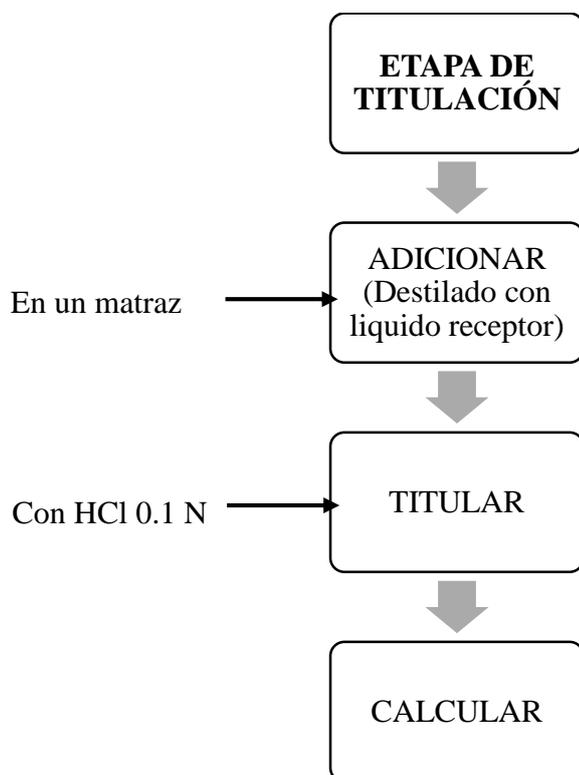


Figura 87: Diagrama de flujo de la etapa de titulación para la determinación de proteínas.

Fórmula:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(\text{ml}_{\text{muestra}} - \text{ml}_{\text{blanco}}) * \text{N} * 0.014 * 100}{\text{g muestra}} * k$$

Donde:

$\text{ml}_{\text{muestra}}$ = gasto titulación de la muestra

$\text{ml}_{\text{blanco}}$ = gasto de titulación del blanco

N = normalidad del HCl (0.1 N)

$\text{g}_{\text{muestra}}$ = Peso de la amuestra

Donde el resultado debe ser multiplicado por el factor k, el cual su valor depende del tipo de muestra analizada.

Tabla 76: *Factores de conversión de proteína usados para convertir nitrógeno a proteína.*

Alimentos	Factor (k)
Harina de trigo	5.70
Trigo, centeno, cebada	5.83
Arroz	5.95
Cacahuates	5.46
Almendras	5.18
Soja	5.71
Semillas oleaginosas	5.30
Leche y derivados	6.38
Carne y derivados	6.25
Clara de huevo	6.70
Yema de huevo	6.62
Huevo entero	6.68
Gelatina	5.5
Vegetales	6.25
Otros alimentos	6.25

Fuente: FAO, 1973.

ANEXO 8: Determinación del contenido de grasa para las harinas de trigo, tocosh y tarwi, así como para los bizcochos (Método Soxhlet, A.O.A.C., 963.15, 2005).

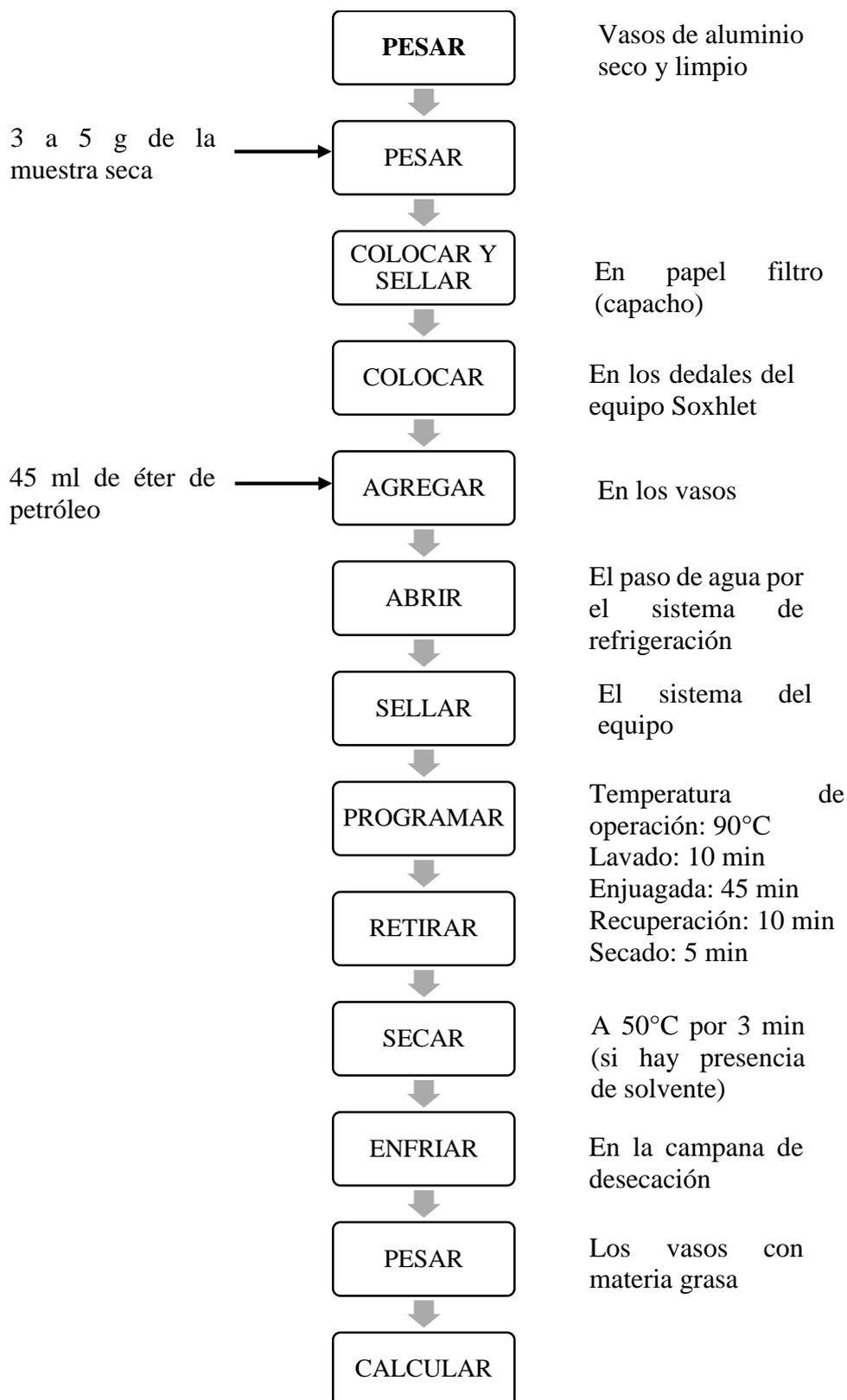


Figura 88: Diagrama de flujo de la obtención de grasa.

Fórmula:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{pv_g - pv}{pm} * 100$$

Donde:

pv_g: peso del vaso con grasa

pv: peso del vaso

pm: peso de la muestra



Figura 89: *Equipo Soxhlet utilizado para la extracción de grasa de las muestras*



Figura 90: *Vasos con el contenido de aceite.*

ANEXO 9: Determinación del contenido de cenizas para las harinas de trigo, tocosh y tarwi así como para los bizcochos

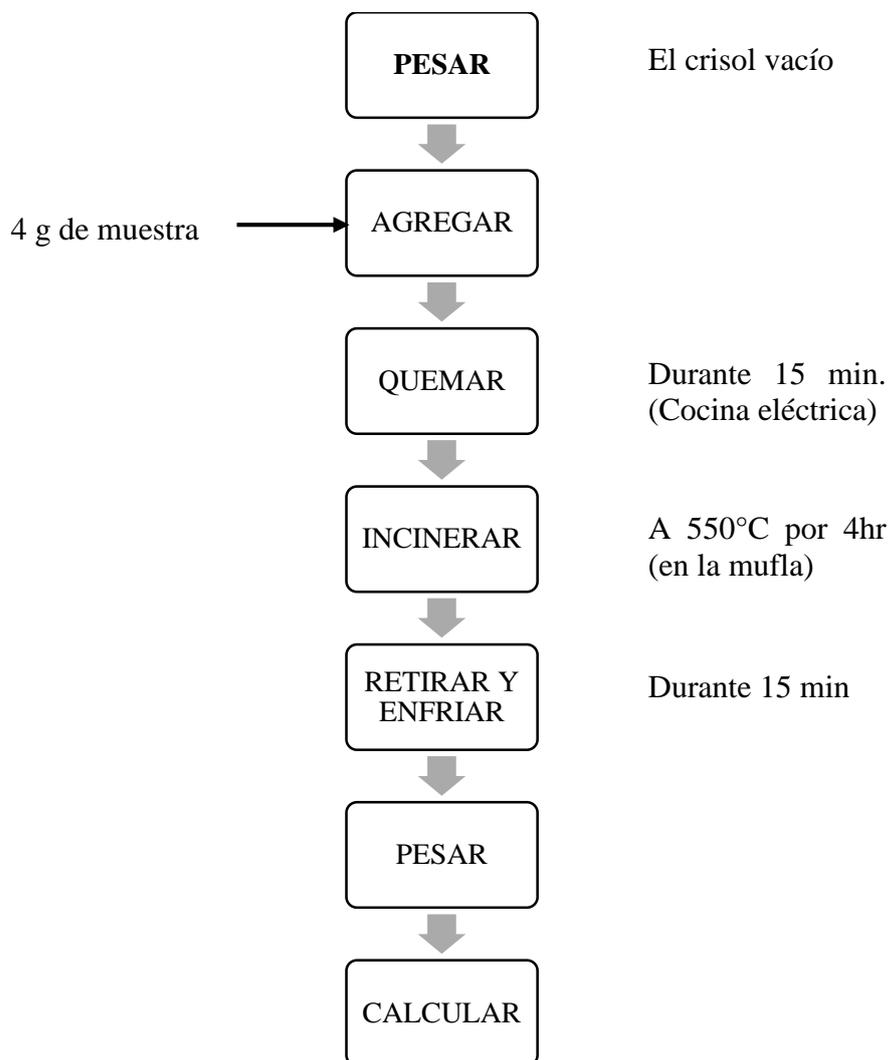


Figura 91: Diagrama de flujo de la determinación de cenizas.

Formula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{P1 - P0}{P} * 100$$

Donde:

P1: Peso del crisol más cenizas

P0: Peso del crisol inicial

P: Peso inicial de la porción de muestra



Figura 92: *Pesado del crisol*



Figura 93: *Incineración de muestras en mufla*

ANEXO 10: Determinación de fibra dietética total para el bizcocho optimo (Método enzimático- gravimétrico, A.O.A.C. 985.29, 2016).

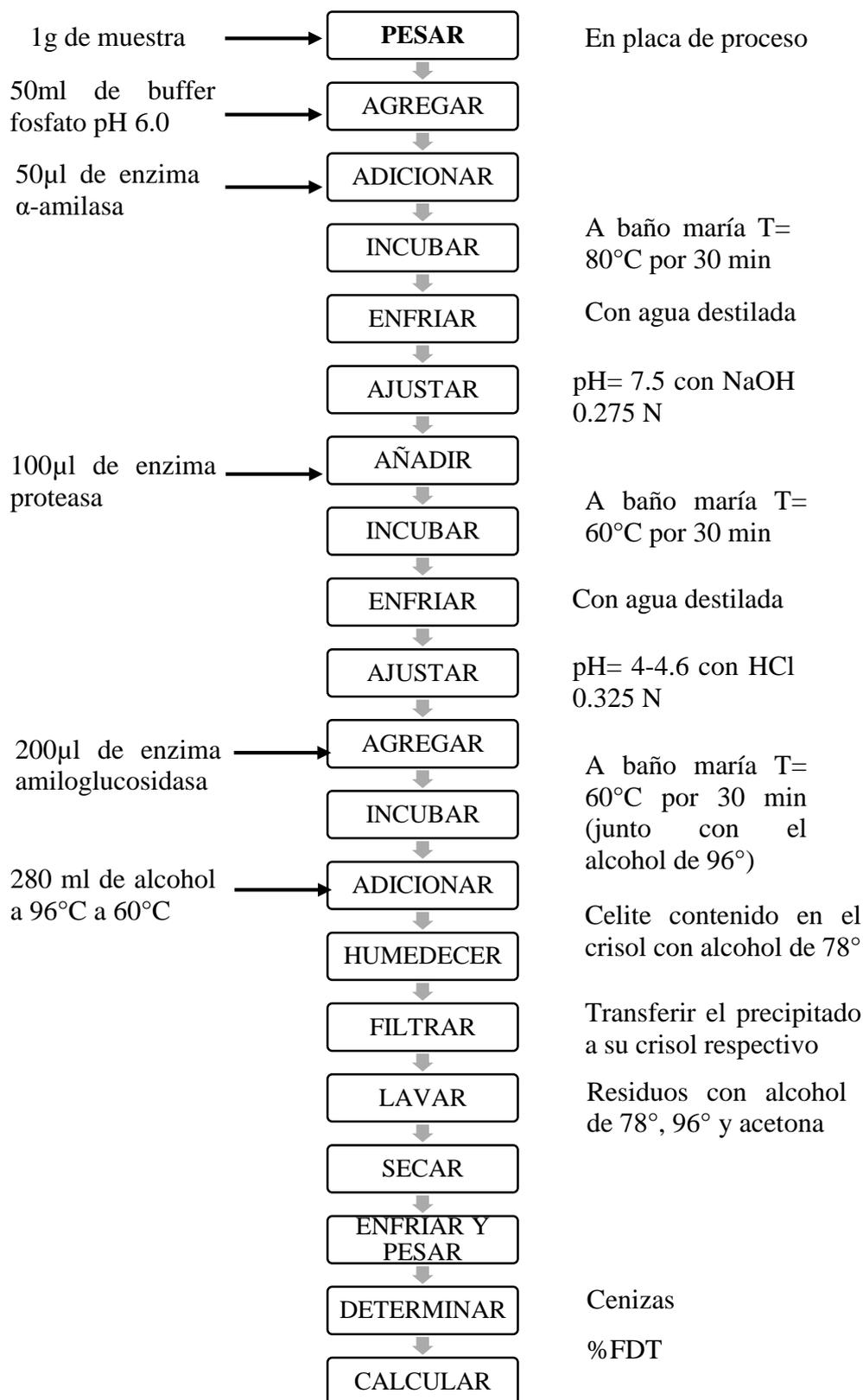


Figura 94: Diagrama de flujo de la determinación de fibra dietética total.

Formula:

$$B = BR - BP - BC$$

Donde:

B: Blanco

BR: Blanco del residuo

BP: Blanco de la proteína

BC: Blanco de la ceniza

$$\%FDT = \frac{\frac{R1+R2}{2} - P - C - B}{\frac{m1+m2}{2}} * 100$$

%FDT: porcentaje de fibra dietaría alimentaria

R1 y R2: Masa de los residuos 1 y 2 (g)

P: proteínas (g)

C: Cenizas (g)

m1 y m2: masa inicial de la muestra (g)



Figura 95: Pesado de los crisoles junto con el 0.5g de celite, para ser luego secado en la estufa.



Figura 96: Pesado de 1g de muestra desgrasa y adición de 50 ml de buffer fosfato



Figura 97: Incorporación de 50 μ l de enzima α amilasa a cada frasco



Figura 98: Incubación a baño maría a 80°C por 30 min.



Figura 99: Medición del ajuste de ph a 7.5 con NaOH y adición de 100 μ l de enzima.



Figura 100: Incubación a baño maría a 60°C por 30 min.



Figura 101: Enfriado con agua y medición de pH y ajuste de con HCl.



Figura 102: Incorporación de 200 μ l de enzima amiloglucosidasa



Figura 103: Incubación a baño maría de las muestras a 60°C por 30 min con alcohol de 96°



Figura 104: Adición de 280 ml de alcohol a 60°C y reposo por 1 hr.



Figura 105: Humedecer el célite con alcohol de 78° previo al montaje del equipo.



Figura 106: Luego del montaje pasa al proceso de filtración para lo cual se aplica presión y succión.



Figura 107: *El residuo es lavado con alcohol de 78° y 96° y finalmente con acetona*



Figura 108: *Los crisoles con los residuos fueron secados en la estufa a 105°C por 12h.*



Figura 109: *Las muestras secas fueron incineradas a 550°C por 4hr, para luego ser pesadas*



Figura 110: *La muestra incinerada fue pesado para determinar la FDT*

ANEXO 11: Determinación de Color para las harinas de trigo, tocosh y tarwi, así como para los bizcochos

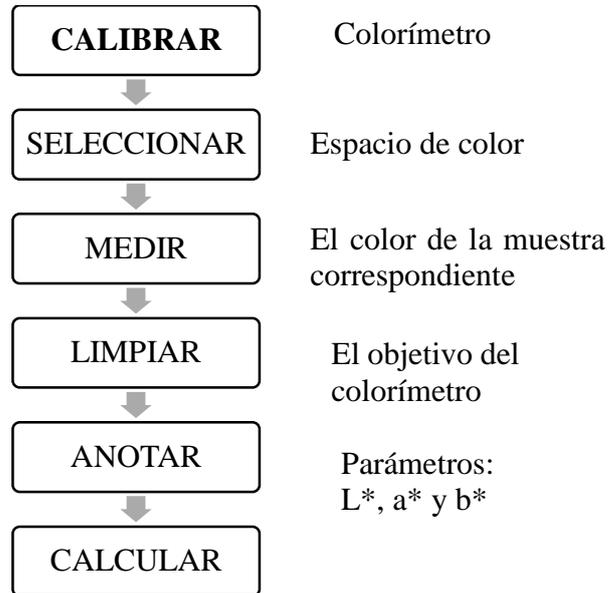


Figura 111: Diagrama de flujo para la determinación de color.

Formula:

$$\text{Cromacidad} = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$\text{Ángulo de tonalidad} = \arctg b^*/a^*$$

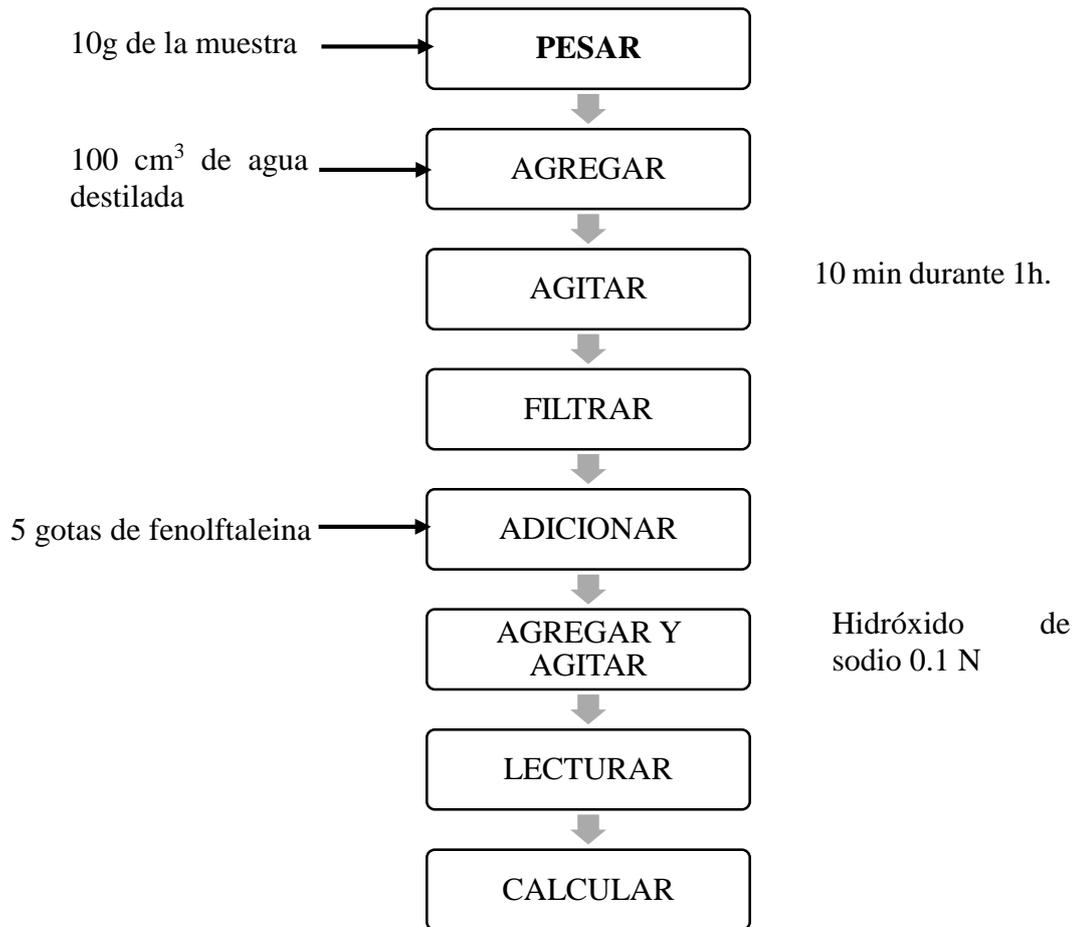


Figura 112: Colorímetro



Figura 113: Medición del color de la muestra, en el caso de los bizcocho se midió el color de la corteza y miga.

ANEXO 12: Determinación de acidez en bizcochos (N.T.P. 206.013, 1981).



Formula:

$$H = \frac{V \cdot N \cdot 0.090 \cdot 100}{m} * \frac{200}{20}$$

Donde:

H= Porcentaje de ácido láctico

V= Volumen de la solución de hidróxido de sodio, gastados en cm³

N= Normalidad de álcali

0.090= Miliequivalente del ácido láctico

m= Masa de la muestra en gramos

20= Alícuota



Figura 114: Pesa de 10g de la muestra.



Figura 115: Adición de agua destilada y agitar



Figura 116: Agregar fenolftaleína y titulación con NaOH

ANEXO 13: Determinación de Granulometría para las harinas de trigo, tocosh y tarwi.
(Método A.O.A.C. 965.22, 1982)

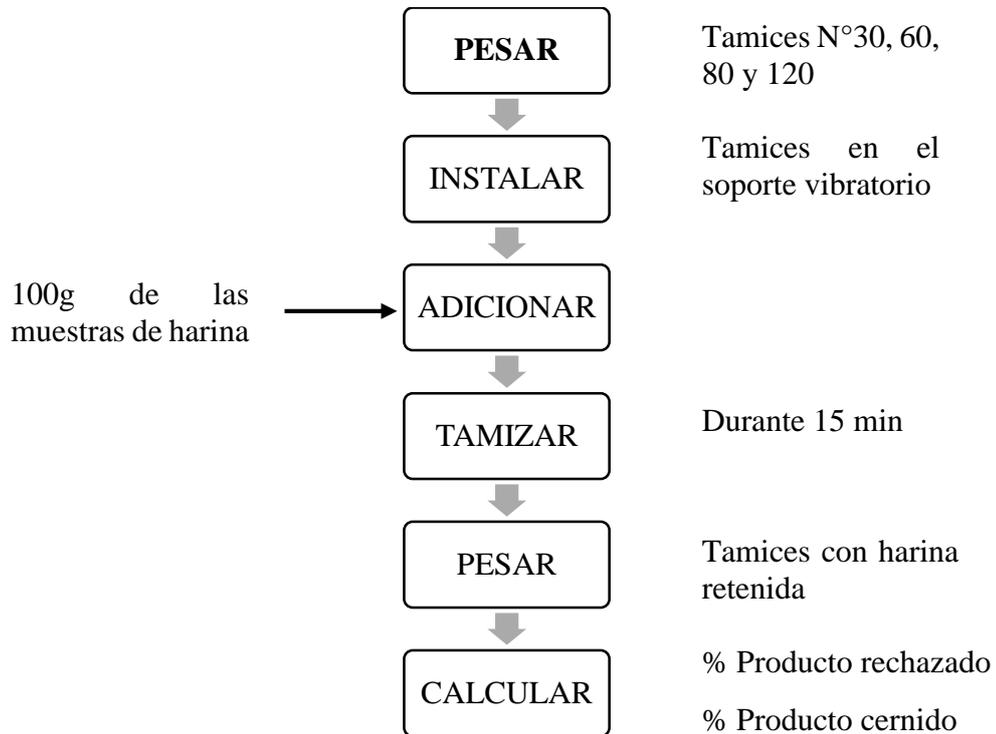


Figura 117: Diagrama de flujo de determinación de granulometría



Figura 118: Pesado de los tamices

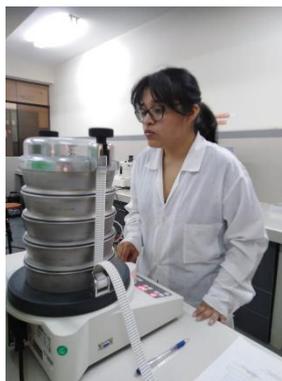


Figura 119: Montaje



Figura 120: Agregado de la muestra

ANEXO 14: Determinación de textura en bizcochos

Alto, ancho y profundidad de los bizcochos

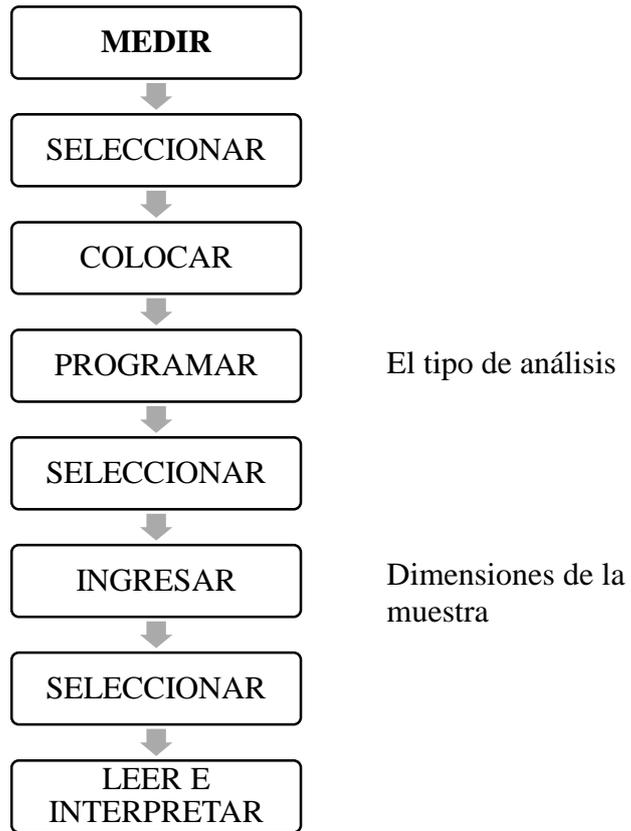


Figura 121: Diagrama de flujo para la determinación de la textura instrumental



Figura 122: Medición de la dureza

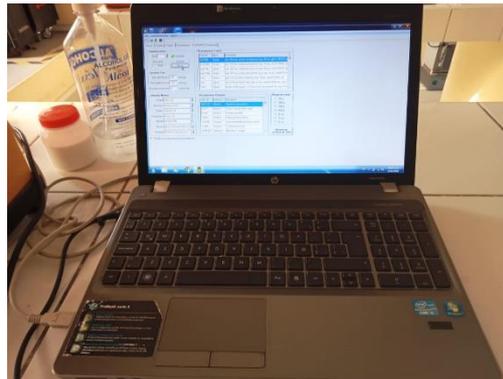
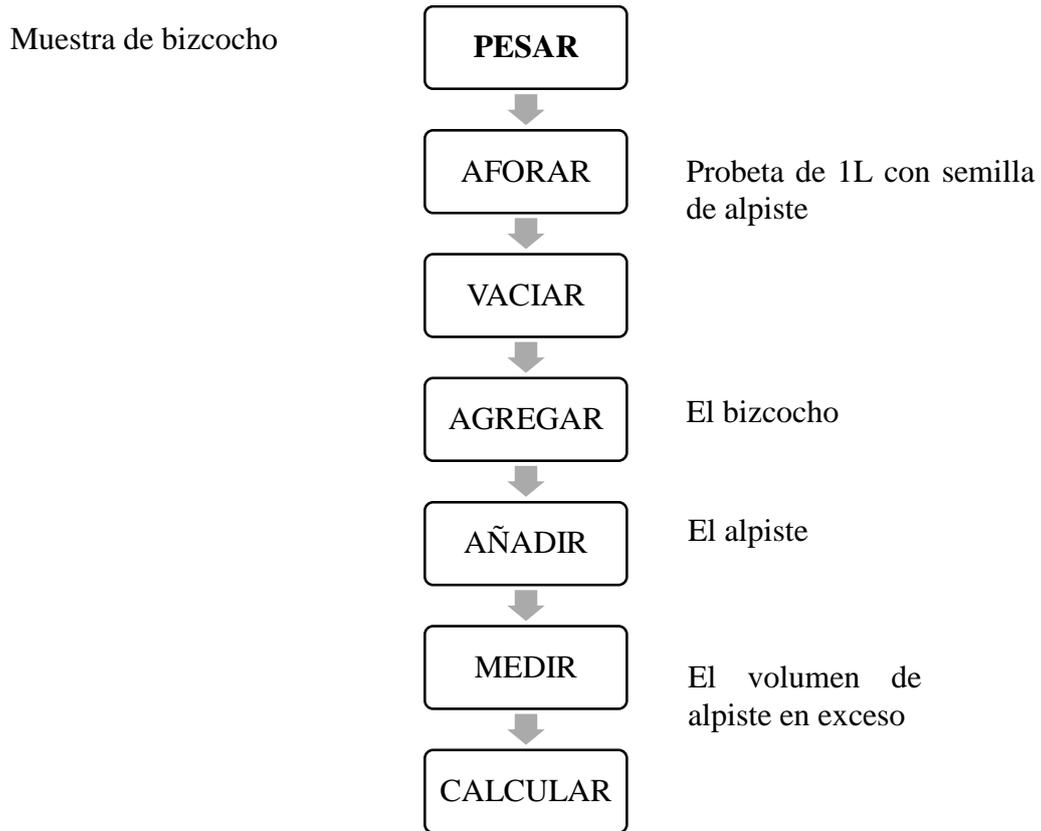


Figura 123: Programar



Figura 124: Medición

ANEXO 15: Determinación de volumen específico de los bizcochos



Formula

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Volumen (cm}^3\text{)}}{\text{Masa (g)}}$$

Donde

Volumen= Volumen del alpiste sobrante

Masa= Masa del bizcocho



Figura 125: *Pesado del bizcocho y aforado del alpiste*



Figura 126: *Vaciado del alpiste al recipiente*



Figura 127: *Adición del bizcocho en el recipiente con alpistes*



Figura 128: *Se afora con el alpiste el recipiente con el bizcocho*



Figura 129: *Medición del volumen del exceso de alpiste*

ANEXO 16. Vida útil

Anexo 7.1. Determinación del tipo de vida útil y límites de confianza del análisis sensorial color del bizcocho optimo el cual fue almacenado durante 8 días a temperatura ambiente.

Tabla 77: Datos para la obtención de la vida útil.

	Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	X²	Y²	X.Y	X-Xprom	Y-Yprom	(X-Xprom)²	(Y-Yprom)²	(X-Xprom)(Y-Yprom)
	0	8.8	0	77.44	0	-4	2.08	16	4.3264	-8.32
	2	7.8	4	60.84	243.36	-2	1.08	4	1.1664	-2.16
	4	7.6	16	57.76	924.16	0	0.88	0	0.7744	0
	6	5.6	36	31.36	1128.96	2	-1.12	4	1.2544	-2.24
	8	3.8	64	14.44	924.16	4	-2.92	16	8.5264	-11.68
Suma	20	33.6	120	241.84	3220.64	0	-3.5527E-15	40	16.048	-24.4
Promedio	4	6.72						SXX	SY Y	SXY

Luego de obtener los resultados de la tabla 77, se graficó el puntaje dado por las panelistas vs el tiempo en que a sido almacenado el bizcocho optimo, para obetenr los valores de regresión líneas b0, b1 y r², tal y como se muestra en la figura.

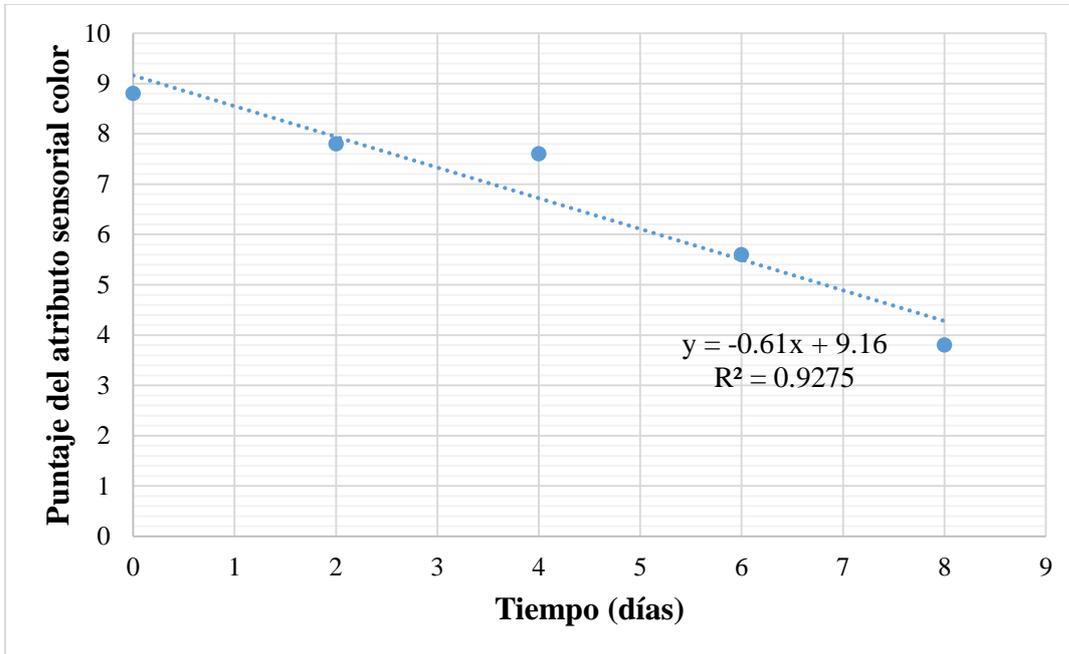


Figura 130: Grafica de tendencia del análisis sensorial color del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Donde la ecuación de regresión lineal es de:

$$y = -0.61x + 9.16$$

A partir de lo cual se determina el cuadrado medio del error (MSe):

Tabla 78: Suma de cuadrados de error experimental.

Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	Y [^] =b1X+b0	Y-Y [^]	(Y-Y [^]) ²
0	8.8	9.16	-0.36	0.1296
2	7.8	7.94	-0.14	0.0196
4	7.6	6.72	0.88	0.7744
6	5.6	5.5	0.1	0.01
8	3.8	4.28	-0.48	0.2304
			Sse	1.164

Donde:

$$MSe = S = \sqrt{\frac{1}{n-2} * Sse} = 0.6229$$

Determinación de la vida útil:

Se determinó un límite permisible para el atributo color sensorial de 5.5

$$X = \frac{Y - b_0}{b_1}$$

$$X = \frac{5.5 - 9.16}{-0.61} = 6.9796 = 7 \text{ días}$$

Donde:

Y= Límite de aceptabilidad

X= Vida útil

b0= Intercepto

b1= Pendiente

Determinación de la vida útil de manera grafica

Se determinó el intervalo de confianza, para obtener un valor de $1-\alpha$ con un nivel de confianza del 95%, de intervalos lineales Graybill y Bowden sugieren lo siguiente:

$$b_0 + b_1 X \pm S_d \alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{x - \bar{x}}{\sqrt{S_{xx}}} \right]$$

El valor de $d\alpha$, se muestra en la tabla 79.

Tabla 79: Valores de $d\alpha$

n-2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07
24	2.38	2.05

30	2.35	2.03
40	2.32	2.01
50	2.30	1.99

Fuente: Bowden y Graybill, 1966.

Se determinó los valores de intervalo de confianza:

Tabla 80: Intervalo de confianza inferior (LCI) y superior (LCS)

Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	$Y^{\wedge}=b_1X+b_0$	LCI	LCS
0	8.8	9.16	6.8772	11.4428
2	7.8	7.94	6.4455	9.4345
4	7.6	6.72	6.0138	7.4262
6	5.6	5.5	4.0055	6.9945
8	3.8	4.28	1.9972	6.5628

Con los valores obtenidos se determinó la gráfica Y^{\wedge} vs tiempo, así como la de LCI vs tiempo y LCS vs tiempo, tal y como se muestra en la figura 131.

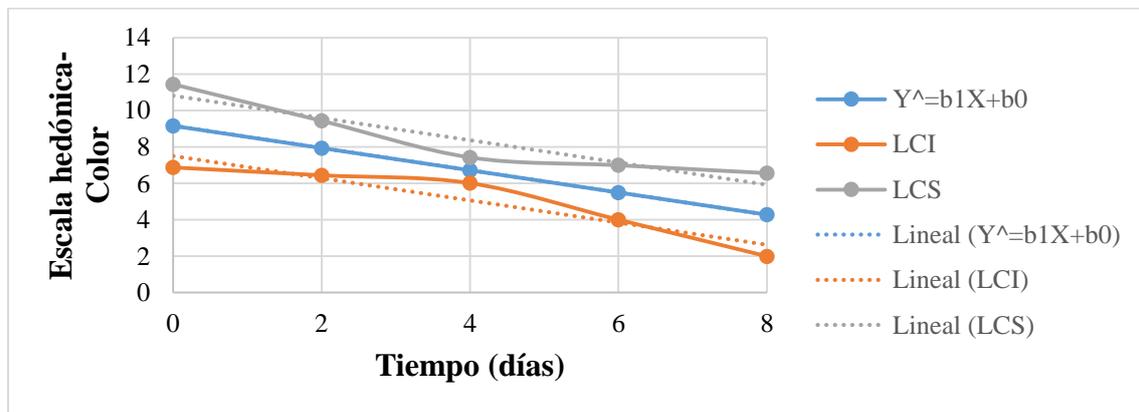


Figura 131: Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial color del bizcocho optimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Anexo 7.2. Determinación del tipo de vida útil y límites de confianza del análisis sensorial olor del bizcocho optimo el cual fue almacenado durante 8 días a temperatura ambiente.

Tabla 81: Datos para la obtención de la vida útil.

	Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	X²	Y²	X.Y	X-Xprom	Y-Yprom	(X-Xprom)²	(Y-Yprom)²	(X-Xprom)(Y-Yprom)
	0	8.6	0	73.96	0	-4	1.88	16	3.5344	-7.52
	2	7.6	4	57.76	231.04	-2	0.88	4	0.7744	-1.76
	4	7.2	16	51.84	829.44	0	0.48	0	0.2304	0
	6	6.6	36	43.56	1568.16	2	-0.12	4	0.0144	-0.24
	8	3.6	64	12.96	829.44	4	-3.12	16	9.7344	-12.48
Suma	20	33.6	120	240.08	3458.08	0	-3.997E-15	40	14.288	-22
Prom.	4	6.72						SXX	SY Y	SXY

Luego de obtener los resultados de la tabla 77, se graficó el puntaje dado por las panelistas vs el tiempo en que a sido almacenado el bizcocho optimo, para obetenr los valores de regresión líneas b0, b1 y r², tal y como se muestra en la figura.

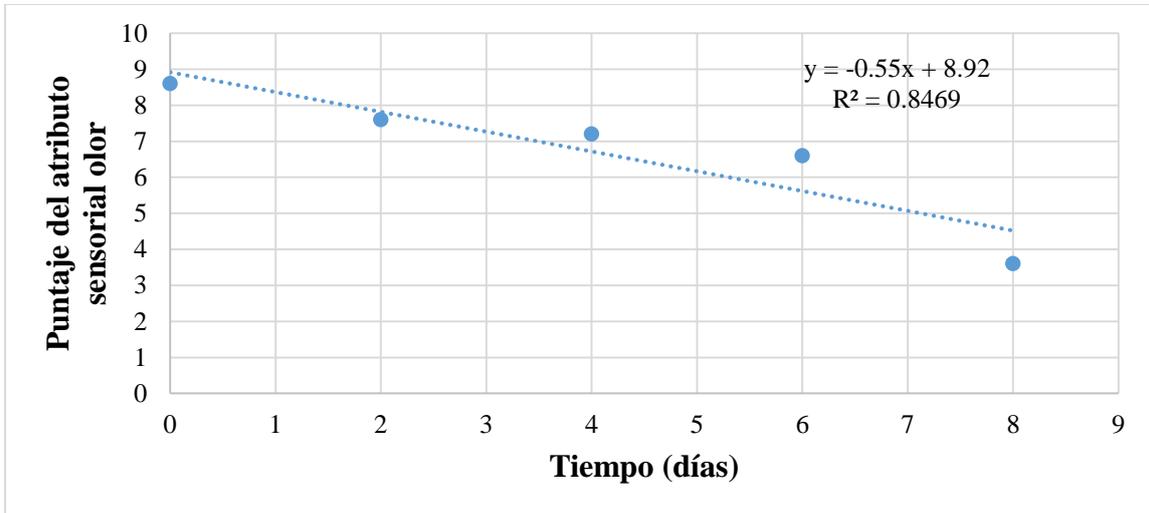


Figura 132: Grafica de tendencia del análisis sensorial olor del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Donde la ecuación de regresión lineal es de:

$$y = -0.55X + 8.92$$

A partir de lo cual se determina el cuadrado medio del error (MSe):

Tabla 82: Suma de cuadrados de error experimental.

Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	$\hat{Y} = b_1X + b_0$	$Y - \hat{Y}$	$(Y - \hat{Y})^2$
0	8.6	8.92	-0.32	0.1024
2	7.6	7.82	-0.22	0.0484
4	7.2	6.72	0.48	0.2304
6	6.6	5.62	0.98	0.9604
8	3.6	4.52	-0.92	0.8464
			Sse	2.188

Donde:

$$MSe = S = \sqrt{\frac{1}{n-2} * Sse} = 0.8540$$

Determinación de la vida útil:

Se determinó un límite permisible para el atributo color sensorial de 5.5

$$X = \frac{Y - b_0}{b_1}$$

$$X = \frac{5.5 - 8.92}{-0.55} = 6.2182 = 6 \text{ días}$$

Donde:

Y= Límite de aceptabilidad

X= Vida útil

b0= Intercepto

b1= Pendiente

Determinación de la vida útil de manera grafica

Se determinó el intervalo de confianza, para obtener un valor de $1-\alpha$ con un nivel de confianza del 95%, de intervalos lineales Graybill y Bowden sugieren lo siguiente:

$$b_0 + b_1 X \pm S_d \alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{x - \bar{x}}{\sqrt{S_{xx}}} \right]$$

El valor de $d\alpha$, se muestra en la tabla 79.

Tabla 83: *Valores de $d\alpha$*

n-2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07

24	2.38	2.05
30	2.35	2.03
40	2.32	2.01
50	2.30	1.99

Fuente: Bowden y Graybill, 1966.

Se determinó los valores de intervalo de confianza:

Tabla 84: Intervalo de confianza inferior (LCI) y superior (LCS)

Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	$Y^{\wedge}=b1X+b0$	LCI	LCS
0	8.6	8.92	6.58260733	11.2573927
2	7.6	7.82	6.16721379	9.47278621
4	7.2	6.72	5.75182025	7.68817975
6	6.6	5.62	3.96721379	7.27278621
8	3.6	4.52	2.18260733	6.85739267

Con los valores obtenidos se determinó la gráfica Y^{\wedge} vs tiempo, así como la de LCI vs tiempo y LCS vs tiempo, tal y como se muestra en la figura 131.

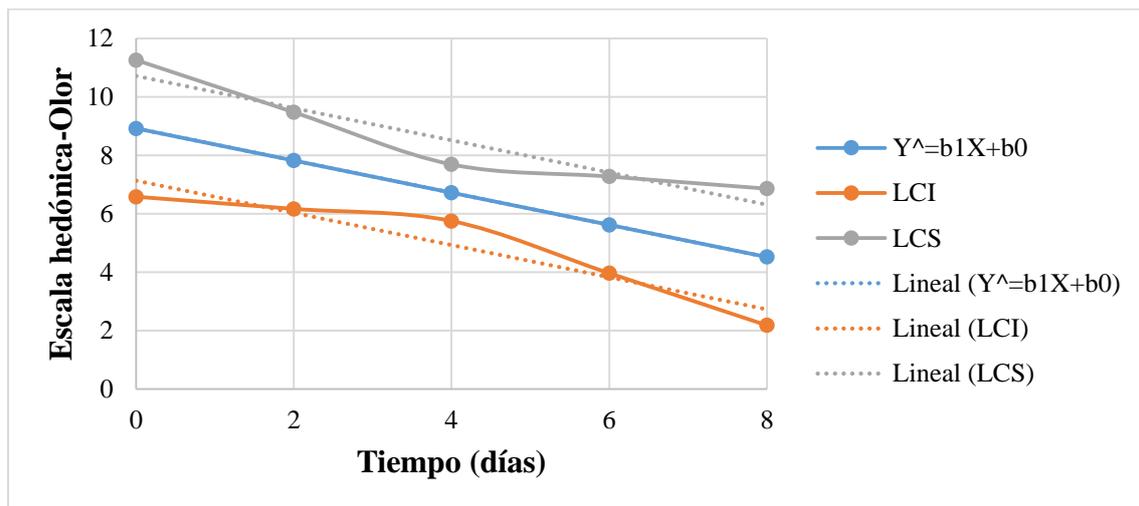


Figura 133: Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial olor del bizcocho optimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Anexo 7.3. Determinación del tipo de vida útil y límites de confianza del análisis sensorial sabor del bizcocho optimo el cual fue almacenado durante 8 días a temperatura ambiente.

Tabla 85: Datos para la obtención de la vida útil.

	Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	X²	Y²	X.Y	X-Xprom	Y-Yprom	(X-Xprom)²	(Y-Yprom)²	(X-Xprom)(Y-Yprom)
	0	8.8	0	77.44	0	-4	2.2	16	4.84	-8.8
	2	7.6	4	57.76	231.04	-2	1	4	1	-2
	4	7.4	16	54.76	876.16	0	0.8	0	0.64	0
	6	5.6	36	31.36	1128.96	2	-1	4	1	-2
	8	3.6	64	12.96	829.44	4	-3	16	9	-12
Suma	20	33	120	234.28	3065.6	0	0	40	16.48	-24.8
Promedio	4	6.6						SXX	SY Y	SXY

Luego de obtener los resultados de la tabla 85, se graficó el puntaje dado por las panelistas vs el tiempo en que a sido almacenado el bizcocho optimo, para obtener los valores de regresión líneas b0, b1 y r², tal y como se muestra en la figura.

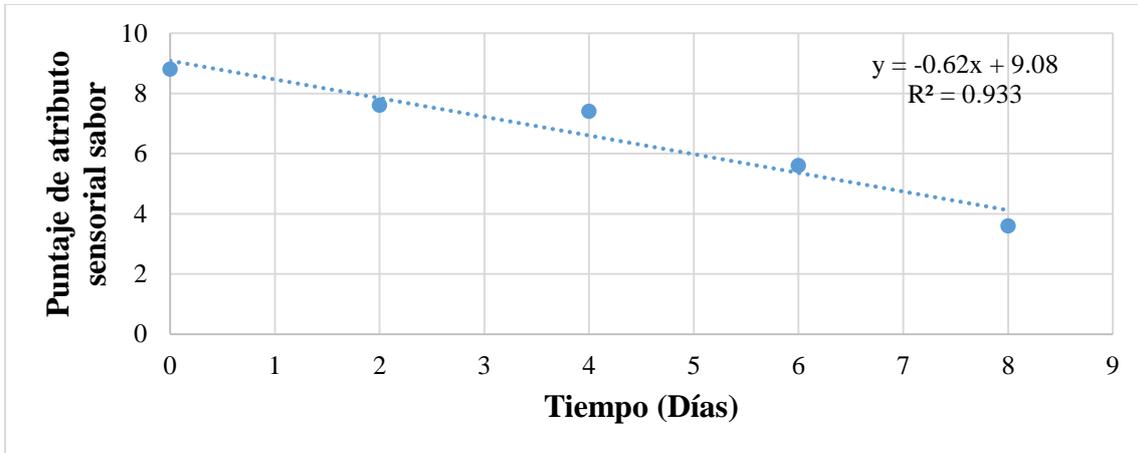


Figura 134: Grafica de tendencia del análisis sensorial sabor del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Donde la ecuación de regresión lineal es de:

$$y = -0.62X + 9.08$$

A partir de lo cual se determina el cuadrado medio del error (MSe):

Tabla 86: Suma de cuadrados de error experimental.

Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	$Y^{\wedge} = b_1X + b_0$	$Y - Y^{\wedge}$	$(Y - Y^{\wedge})^2$
0	8.8	9.08	-0.28	0.0784
2	7.6	7.84	-0.24	0.0576
4	7.4	6.6	0.8	0.64
6	5.6	5.36	0.24	0.0576
8	3.6	4.12	-0.52	0.2704
			Sse	1.104

Donde:

$$MSe = S = \sqrt{\frac{1}{n-2} * Sse} = 0.6067$$

Determinación de la vida útil:

Se determinó un límite permisible para el atributo color sensorial de 5.5

$$X = \frac{Y - b_0}{b_1}$$

$$X = \frac{5.5 - 9.08}{-0.62} = 5.7741 = 6 \text{ días}$$

Donde:

Y= Límite de aceptabilidad

X= Vida útil

b0= Intercepto

b1= Pendiente

Determinación de la vida útil de manera grafica

Se determinó el intervalo de confianza, para obtener un valor de $1-\alpha$ con un nivel de confianza del 95%, de intervalos lineales Graybill y Bowden sugieren lo siguiente:

$$b_0 + b_1 X \pm S_d \alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{x - \bar{x}}{\sqrt{S_{xx}}} \right]$$

El valor de $d\alpha$, se muestra en la tabla 79.

Tabla 87: *Valores de $d\alpha$*

n-2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07

24	2.38	2.05
30	2.35	2.03
40	2.32	2.01
50	2.30	1.99

Fuente: Bowden y Graybill, 1966.

Se determinó los valores de intervalo de confianza:

Tabla 88: Intervalo de confianza inferior (LCI) y superior (LCS)

Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	$Y^{\wedge}=b1X+b0$	LCI	LCS
0	8.8	9.08	7.41967711	10.7403229
2	7.6	7.84	6.66597442	9.01402558
4	7.4	6.6	5.91227174	7.28772826
6	5.6	5.36	4.18597442	6.53402558
8	3.6	4.12	2.45967711	5.78032289

Con los valores obtenidos se determinó la gráfica Y^{\wedge} vs tiempo, así como la de LCI vs tiempo y LCS vs tiempo, tal y como se muestra en la figura 135.

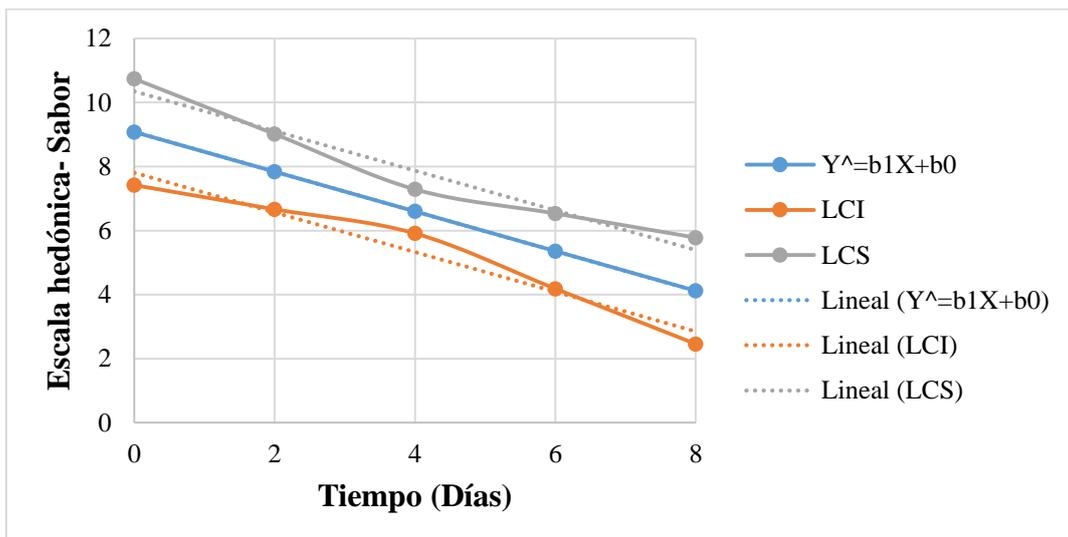


Figura 135: Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial sabor del bizcocho optimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Anexo 7.4. Determinación del tipo de vida útil y límites de confianza del análisis forma sabor del bizcocho óptimo el cual fue almacenado durante 8 días a temperatura ambiente.

Tabla 89: Datos para la obtención de la vida útil.

	Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	X²	Y²	X.Y	X-Xprom	Y-Yprom	(X-Xprom)²	(Y-Yprom)²	(X-Xprom)(Y-Yprom)
	0	8.6	0	73.96	0	-4	2.24	16	5.0176	-8.96
	2	7.4	4	54.76	219.04	-2	1.04	4	1.0816	-2.08
	4	6.8	16	46.24	739.84	0	0.44	0	0.1936	0
	6	5.2	36	27.04	973.44	2	-1.16	4	1.3456	-2.32
	8	3.8	64	14.44	924.16	4	-2.56	16	6.5536	-10.24
Suma	20	31.8	120	216.44	2856.48	0	0	40	14.192	-23.6
Prom.	4	6.36						SXX	SYY	SXY

Luego de obtener los resultados de la tabla 89, se graficó el puntaje dado por las panelistas vs el tiempo en que a sido almacenado el bizcocho optimo, para obtener los valores de regresión líneas b0, b1 y r², tal y como se muestra en la figura.

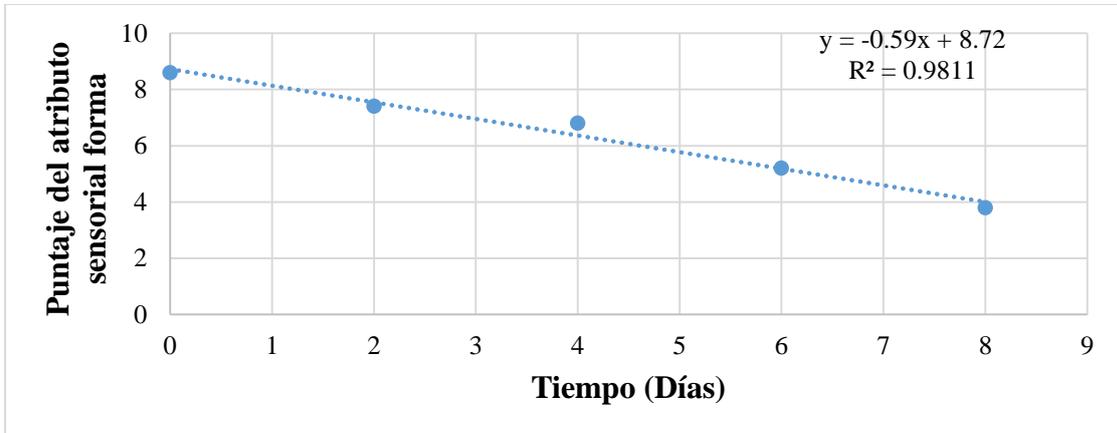


Figura 136: Grafica de tendencia del análisis sensorial forma del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Donde la ecuación de regresión lineal es de:

$$y = -0.59X + 8.72$$

A partir de lo cual se determina el cuadrado medio del error (MSe):

Tabla 90: Suma de cuadrados de error experimental.

Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	$Y^{\wedge} = b_1X + b_0$	$Y - Y^{\wedge}$	$(Y - Y^{\wedge})^2$
0	8.6	8.72	-0.12	0.0144
2	7.4	7.54	-0.14	0.0196
4	6.8	6.36	0.44	0.1936
6	5.2	5.18	0.02	0.0004
8	3.8	4	-0.2	0.04
			Sse	0.268

Donde:

$$MSe = S = \sqrt{\frac{1}{n-2} * Sse} = 0.2989$$

Determinación de la vida útil:

Se determinó un límite permisible para el atributo color sensorial de 5.5

$$X = \frac{Y - b_0}{b_1}$$

$$X = \frac{5.5 - 8.72}{-0.59} = 5.4576 = 5 \text{ días}$$

Donde:

Y= Límite de aceptabilidad

X= Vida útil

b0= Intercepto

b1= Pendiente

Determinación de la vida útil de manera grafica

Se determinó el intervalo de confianza, para obtener un valor de $1-\alpha$ con un nivel de confianza del 95%, de intervalos lineales Graybill y Bowden sugieren lo siguiente:

$$b_0 + b_1 X \pm S_d \alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{x - \bar{x}}{\sqrt{S_{xx}}} \right]$$

El valor de $d\alpha$, se muestra en la tabla 91.

Tabla 91: Valores de $d\alpha$

n-2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07

24	2.38	2.05
30	2.35	2.03
40	2.32	2.01
50	2.30	1.99

Fuente: Bowden y Graybill, 1966.

Se determinó los valores de intervalo de confianza:

Tabla 92: Intervalo de confianza inferior (LCI) y superior (LCS)

Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	$Y^{\wedge}=b1X+b0$	LCI	LCS
0	8.6	8.72	7.90195835	9.53804165
2	7.4	7.54	6.4823595	8.5976405
4	6.8	6.36	5.06276064	7.65723936
6	5.2	5.18	3.64316179	6.71683821
8	3.8	4	2.22356294	5.77643706

Con los valores obtenidos se determinó la gráfica Y^{\wedge} vs tiempo, así como la de LCI vs tiempo y LCS vs tiempo, tal y como se muestra en la figura 135.

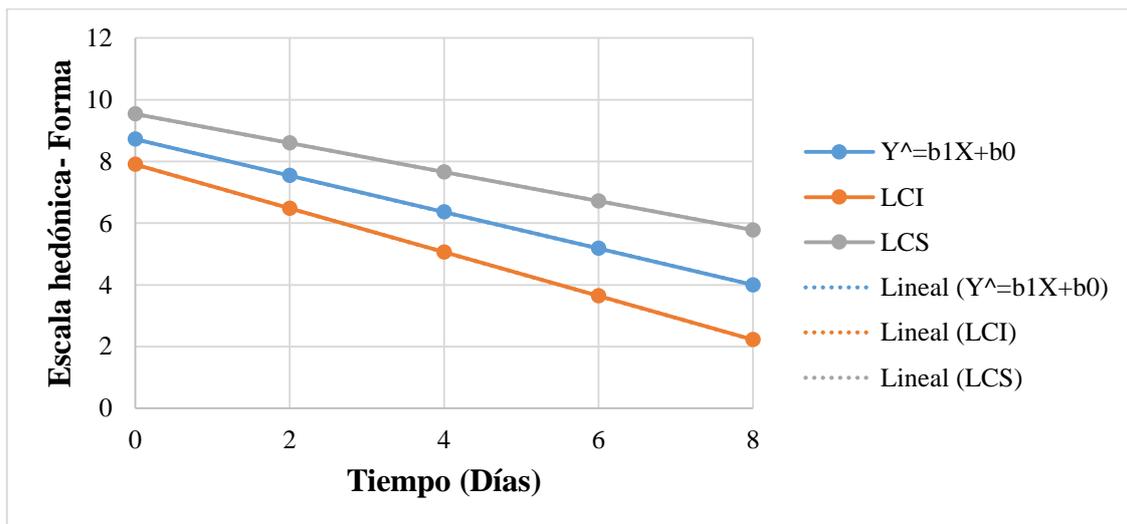


Figura 137: Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial forma del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Anexo 7.5. Determinación del tipo de vida útil y límites de confianza del análisis sensorial textura del bizcocho óptimo el cual fue almacenado durante 8 días a temperatura ambiente.

Tabla 93: Datos para la obtención de la vida útil.

	Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	X²	Y²	X.Y	X-Xprom	Y-Yprom	(X-Xprom)²	(Y-Yprom)²	(X-Xprom)(Y-Yprom)
	0	8.6	0	73.96	0	-4	2.28	16	5.1984	-9.12
	2	7.4	4	54.76	219.04	-2	1.08	4	1.1664	-2.16
	4	6.6	16	43.56	696.96	0	0.28	0	0.0784	0
	6	5.6	36	31.36	1128.96	2	-0.72	4	0.5184	-1.44
	8	3.4	64	11.56	739.84	4	-2.92	16	8.5264	-11.68
Suma	20	31.6	120	215.2	2784.8	0	0	40	15.488	-24.4
Promedio	4	6.32						SXX	SY Y	SXY

Luego de obtener los resultados de la tabla 93, se graficó el puntaje dado por las panelistas vs el tiempo en que ha sido almacenado el bizcocho óptimo, para obtener los valores de regresión líneas b_0 , b_1 y r^2 , tal y como se muestra en la figura.

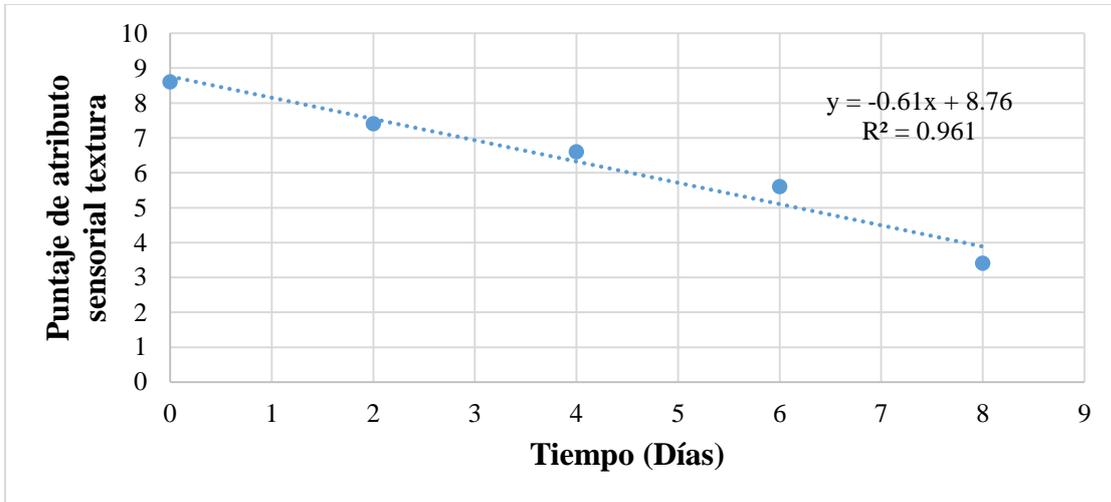


Figura 138: *Grafica de tendencia del análisis sensorial textura del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.*

Donde la ecuación de regresión lineal es de:

$$y = -0.61X + 8.76$$

A partir de lo cual se determina el cuadrado medio del error (MSe):

Tabla 94: *Suma de cuadrados de error experimental.*

	Puntaje Color sensorial (Y)	$Y^{\wedge} = b_1X + b_0$	$Y - Y^{\wedge}$	$(Y - Y^{\wedge})^2$	
	0	8.6	8.76	-0.16	0.0256
	2	7.4	7.54	-0.14	0.0196
	4	6.6	6.32	0.28	0.0784
	6	5.6	5.1	0.5	0.25
	8	3.4	3.88	-0.48	0.2304
			Sse		0.604

Donde:

$$MSe = S = \sqrt{\frac{1}{n-2} * Sse} = 0.4487$$

Determinación de la vida útil:

Se determinó un límite permisible para el atributo color sensorial de 5.5

$$X = \frac{Y - b_0}{b_1}$$

$$X = \frac{5.5 - 8.76}{-0.61} = 5.3443 = 5 \text{ días}$$

Donde:

Y= Límite de aceptabilidad

X= Vida útil

b0= Intercepto

b1= Pendiente

Determinación de la vida útil de manera grafica

Se determinó el intervalo de confianza, para obtener un valor de $1-\alpha$ con un nivel de confianza del 95%, de intervalos lineales Graybill y Bowden sugieren lo siguiente:

$$b_0 + b_1 X \pm S_d \alpha \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{x - \bar{x}}{\sqrt{S_{xx}}} \right]$$

El valor de $d\alpha$, se muestra en la tabla 95.

Tabla 95: *Valores de $d\alpha$*

n-2	α	
	0.05	0.01
4	3.38	2.66
6	2.92	2.39
8	2.72	2.26
10	2.61	2.19
12	2.54	2.15
14	2.49	2.12
16	2.46	2.10
20	2.41	2.07

24	2.38	2.05
30	2.35	2.03
40	2.32	2.01
50	2.30	1.99

Fuente: Bowden y Graybill, 1966.

Se determinó los valores de intervalo de confianza:

Tabla 96: Intervalo de confianza inferior (LCI) y superior (LCS)

Tiempo en días (X)	Puntaje Color sensorial (Y)	$Y^{\wedge}=b1X+b0$	LCI	LCS
0	8.6	8.76	7.53192048	9.98807952
2	7.4	7.54	6.67161664	8.40838336
4	6.6	6.32	5.81131281	6.82868719
6	5.6	5.1	4.23161664	5.96838336
8	3.4	3.88	2.65192048	5.10807952

Con los valores obtenidos se determinó la gráfica Y^{\wedge} vs tiempo, así como la de LCI vs tiempo y LCS vs tiempo, tal y como se muestra en la figura 135.

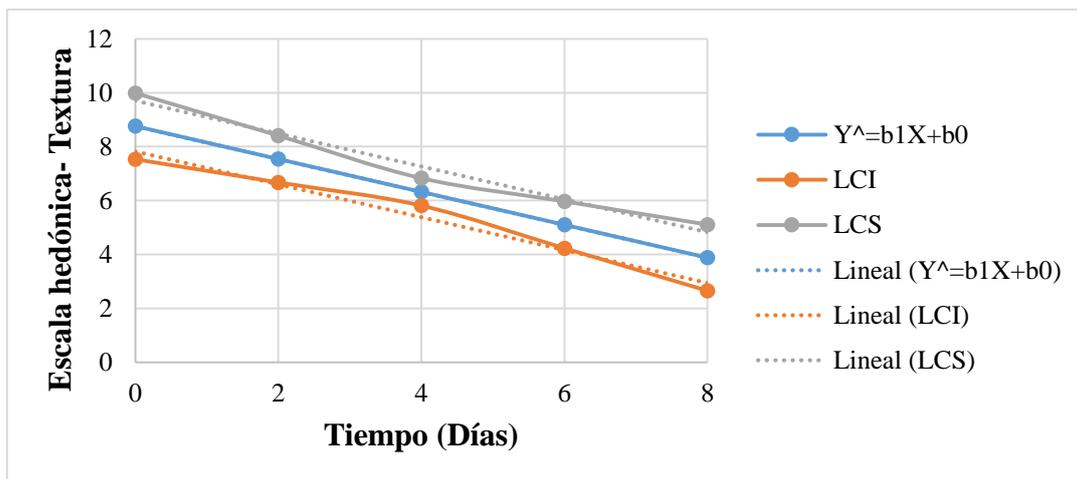


Figura 139: Grafica del tiempo de vida útil para el atributo sensorial textura del bizcocho óptimo durante 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

ANEXO 17: Análisis de proteína realizada a las harinas de tarwi y tocosh realizadas en el laboratorio COLECBI.



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20230112-011

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : ÚRSULA QUINECHE ADRIAN
 DIRECCIÓN : Urb. Caceres Aramayo Mz. A Lote 39 Nuevo Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : ABAJO INDICADOS.
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA.
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestras.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2023-01-12
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2023-01-12
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2023-01-13
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 230112-7

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	Proteínas (%) Factor 6,25
HARINA DE TOKOSH	2,20
HARINA DE TARWI PROPIA 1	46,31
HARINA DE TARWI2	51,68

METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

NOTA :

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras : **Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()**
- Proporcionadas por el Solicitante (X)
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Enero 14 del 2023.
 GVR/jms
 LC-MP-HRIE
 Rev. 09
 Fecha 2023-01-09

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD.

A. Gustavo Vargas Ramos
 Director de Laboratorio
 BIOLÓGICO Y QUÍMICO, ODO
 L. B. P. 128
 COLECBI S.A.C.

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

ANEXO 18: Análisis de proteína realizadas a las 11 muestras de bizcocho en el laboratorio COLECBI.



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20230112-010

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : ÚRSULA QUINECHE ADRIAN
 DIRECCIÓN : Urb. Caceres Aramayo Mz. A Lote 39 Nuevo Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : **BIZCOCHOS.**
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA.
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 11 muestras.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2023-01-12
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2023-01-12
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2023-01-13
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : **SS 230112-6**

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	Proteínas (%) Factor 6,25
F0	8,26
F1	7,90
F2	7,95
F3	8,42
F4	8,15
F5	8,48
F6	8,08
F7	7,98
F8	8,32
F9	8,33
F10	8,24

METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

NOTA :

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras : **Proporcionadas por el Solicitante (X)** **Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()**
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI ()** **NO (X)**
- Cuando el Informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Enero 14 del 2023.
 GVR/jms
 LC-MP-HRIE
 Rev. 09
 Fecha 2023-01-09

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorio
 BIOLÓGICO MICROBIOLÓGICO
 L. 01 P. 118
 COLECBI S.A.C.

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

ANEXO 19: Análisis de proteína y mohos realizadas al bizcocho optimo y control en el laboratorio COLECBI.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20230207-005

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : ÚRSULA QUINECHE ADRIAN
 DIRECCIÓN : Urb. Caceres Aramayo Mz. A Lote 39 Nuevo Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : **BIZCOCHOS.**
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA PARA ANÁLISIS : 04 muestras.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente, cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2023-02-07
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2023-02-07
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2023-02-12
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio de Microbiología, Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : **SS 230207-4**

RESULTADOS

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	MUESTRAS	
	CONTROL	OPTIMO
Recuento de Mohos (UFC/g)	<10	<10

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRAS	
	OPTIMO	CONTROL
(*) Proteínas (%) Factor 6,25	8,78 8,52	8,25 8,24

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Recuento de Mohos : ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. II Editorial Acribia - España pág. 166 a 167. Método del Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio.
Proteínas: AOAC 2001.11, 21st Ed.2019.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras: **Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestreadas por COLECBI S.A.C. ()**
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI () NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 14 del 2023.
 GVR/jms

LC-MP - HRIEVO
 Rev. 09
 Fecha 2023-01-09

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorio
 MICROBIOLOGÍA
 L. 8. P. 128
COLECBI S.A.C.

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 www.colecbi.com.

ANEXO 20: Análisis sensorial de las 11 formulaciones de bizcochos



Figura 140: Alistando cada una de las 11 formulaciones que serán repartidas a los panelistas.



Figura 141: Presentación y codificación de cada una de las formulaciones de bizcochos.



Figura 142: Explicación de la ficha sensorial.



Figura 143: Ejecución del análisis sensorial

ANEXO 21: Formulaciones realizada de los bizcochos



Figura 144: *Formulación control*



Figura 145: *Formulación 1.*



Figura 146: *Formulación 2.*



Figura 147: *Formulación 3.*



Figura 148: *Formulación 4.*



Figura 149: *Formulación 5.*



Figura 150: *Formulación 6.*



Figura 151: *Formulación 7.*



Figura 152: *Formulación 8.*



Figura 153: *Formulación 9.*



Figura 154: *Formulación 10.*



Figura 155: *Formulación 11.*

“Características tecnológicas y sensoriales en bizcochos con adición de harina de tocosh (*Solárium tuberosum*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*)”

por Ursula Susana Quineche Adrian

Fecha de entrega: 03-jul-2023 10:24a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2126052401

Nombre del archivo: TESIS-_QUINECHE_ADRIAN_URSULA_1_-_copia.docx (25.42M)

Total de palabras: 45120

Total de caracteres: 228799

“Características tecnológicas y sensoriales en bizcochos con adición de harina de tocosh (*Solárium tuberosum*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*)”

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	12%
2	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	2%
4	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.repositorio.unab.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%

9	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
10	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
11	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía Trabajo del estudiante	<1 %
13	1library.co Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Aspen University Trabajo del estudiante	<1 %
17	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	Ángela-Mariela González-Montemayor, Adriana C. Flores-Gallegos, Juan-Carlos Contreras-Esquivel, José-Fernando Solanilla-Duque et al. "Prosopis spp. functional activities and its applications in bakery	<1 %

products", Trends in Food Science & Technology, 2019

Publicación

19

Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD

Trabajo del estudiante

<1 %

20

Marco Arturo Valladares Villagómez.
"Perspectiva de los docentes y estudiantes frente a la virtualización educativa como alternativa en tiempos de COVID-19 en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de la Universidad Central del Ecuador", Universitat Politecnica de Valencia, 2021

Publicación

<1 %

21

Julio Vidaurre - Ruiz, Francisco Salas - Valerio, Regine Schoenlechner, Ritva Repo - Carrasco - Valencia. "Rheological and textural properties of gluten - free doughs made from Andean grains", International Journal of Food Science & Technology, 2020

Publicación

<1 %

22

Manuel Gómez, Luiz C. Gutkoski, Ángela Bravo - Núñez. "Understanding whole - wheat flour and its effect in breads: A review", Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2020

Publicación

<1 %

23

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

<1 %

24

"Innovative Processing Technologies for
Healthy Grains", Wiley, 2020

Publicación

<1 %

25

Santos Matías Solís-García, Sandra Olimpia
Mendoza-Díaz, Manuel Juárez-García, José
Mancillas-Medina et al. "Evaluación
nutracéutica de un pan tipo coyota a partir de
harinas de trigo, frijol y nopal con mermelada
de higo", Investigación y Ciencia de la
Universidad Autónoma de Aguascalientes,
2021

Publicación

<1 %

26

Elissa Huánuco - Azabache, Silvia Melgarejo -
Cabello, Julio Vidaurre - Ruiz, Ritva Repo -
Carrasco - Valencia. "Simultaneous
optimization for the elaboration of a low - fat
panettone with wheat and quinoa flour",
Journal of Food Processing and Preservation,
2022

Publicación

<1 %

27

"Traditional European Breads", Springer
Science and Business Media LLC, 2023

Publicación

<1 %

28

Tania Espinal-Carrión, Gabriela Guadalupe García-Sampedro, Sebastián Alberto Domínguez-Rico, Citlali Mahetsi Ventura-Montes et al. "Formulación de galletas fortificadas por sustitución parcial de harina de moringa y suero lácteo", Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 2023

Publicación

<1 %

29

Patricia Vázquez-Villegas, Esther Perez-Carrillo, César Picazo García, Mayra Cruz Camacho. "Effect of wheat flour substitution and popped amaranth flour content on the rheological, physicochemical and textural properties of hot-press wheat-oat-quinoa-amaranth composite flour tortillas", CyTA - Journal of Food, 2021

Publicación

<1 %

30

Ulises Francisco Giraldo Malca, Haniel Josue Torres Joaquin, Yeni Lucero Torres Tello, Nicole Dalia Reyes Quispe. "Space-Temporary Analysis of External Geodynamic Disasters Occurred in Huaraz Province, Ancash - Peru", Research Square Platform LLC, 2021

Publicación

<1 %

31

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

32

"7 ° Congreso Internacional de Ingeniería Agroindustrial", Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria (Corpoica), 2021

Publicación

<1 %

33

"Pseudocereals", Wiley, 2017

Publicación

<1 %

34

Carlos Alberto Martins Cordeiro, Evaldo Martins da Silva, Norma Suely Evangelista-Barreto. "Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas - Volume 2", Editora Cientifica Digital, 2021

Publicación

<1 %

35

Rene Flores Clavo, Esteban Valladolid-Suyon, Karin Reynosa-Farronan, Cristian Daniel Asmat Ortega et al. "Molecular identification of rhizobacterial isolates from Prosopis limensis and their effect on the growth of Raphanus sativus under salt stress", Cold Spring Harbor Laboratory, 2021

Publicación

<1 %

36

Juan Pablo Rodriguez, Alejandro Bonifacio, Luz Rayda Gómez-Pando, Angel Mujica, Marten Sørensen. "Cañahua (Chenopodium pallidicaule Aellen)", Elsevier BV, 2023

Publicación

<1 %

37

"Desarrollo de un queso análogo bajo en grasa y alto en proteína mediante el uso de

<1 %

suero de leche de vaca y bebida vegetal de quínoa chilota", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2021

Publicación

38

www.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

39

Raquel Garzón Lloría. "Análisis estructural de los productos derivados de cereales y su aplicación en la optimización de procesos y productos", Universitat Politecnica de Valencia, 2021

Publicación

<1 %

40

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

<1 %

41

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo