

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

---

---

**“Elaboración de pan de molde con sustitución parcial  
de harina de semilla de zapallo y semilla entera chía”**

---

---

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero  
Agroindustrial**

**Autores:**

**Bach. Pedroza Jamanca, Brayan Jesús**

**Asesor:**

**Dr. Castillo Martínez, Williams Esteward  
DNI. N°: 40169364  
Código ORCID: 0000-0001-6917-1009**

**Nuevo Chimbote - Perú  
2023**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

*"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"*

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR**

El presente trabajo de tesis titulado: **"ELABORACIÓN DE PAN DE MOLDE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE SEMILLA DE ZAPALLO Y SEMILLA ENTERA CHÍA"** para obtener el título profesional de ingeniero agroindustrial perteneciente al bachiller PEDROZA JAMANCA BRAYAN JESUS con código N° 0201512016, ha contado con el asesoramiento de quien les deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de asesor.

**Dr. Williams Esteward Castillo Martínez**

Secretario

DNI N°: 40169364

Código ORCID: 0000-0001-6917-1009



**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

*"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"*

**CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR**

**"ELABORACIÓN DE PAN DE MOLDE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE  
HARINA DE SEMILLA DE ZAPALLO Y SEMILLA ENTERA CHÍA"**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial**

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador

**Dra. Luz María Paucar Menacho**  
**Presidente**

DNI N°: 08099817

Código ORCID: 0000-0001-5349-6167

**Ms. Elizalde Carranza Caballero**  
**Secretario**

DNI N°: 17886227

Código ORCID: 0000-0002-4571-765X

**Dr. Williams Esteward Castillo Martínez**  
**Integrante**

DNI N°: 40169364

Código ORCID: 0000-0001-6917-1009

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 10:00 horas del día veinte de julio del dos mil veintres, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 759-2023-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dra. Luz Maria Paucar Menacho** (Presidente)
- **Ms. Elizalde Carranza Caballero** (Secretario)
- **Dr. Williams Esteward Castillo Martinez** (Integrante)

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

**“ELABORACIÓN DE PAN DE MOLDE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE SEMILLA DE ZAPALLO Y SEMILLA ENTERA CHÍA”**, elaborado por el bachiller en Ingeniería Agroindustrial.

- **BRAYAN JESUS PEDROZA JAMANCA**

Asimismo, tiene como Asesor al docente: **Williams Esteward Castillo Martínez**.

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

El Jurado después de deliberar sobre aspectos 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:

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
<b>BRAYAN JESUS PEDROZA JAMANCA</b>	19	Excelente

Siendo las 11:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 18 de diciembre del 2023.

  
**Dra. Luz María Paucar Menacho**  
Presidente

  
**Ms. Elizalde Carranza Caballero**  
Secretario

  
**Dr. Williams Esteward Castillo Martínez**  
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: Pedroza  
Título del ejercicio: Pedroza  
Título de la entrega: "ELABORACIÓN DE PAN DE MOLDE CON SUSTITUCIÓN PARCI...  
Nombre del archivo: TESIS\_PAN\_DE\_MOLDE\_HARINA\_DE\_ZAPALLO\_Y\_CHIA.docx  
Tamaño del archivo: 14.4M  
Total páginas: 134  
Total de palabras: 19,940  
Total de caracteres: 101,566  
Fecha de entrega: 15-nov.-2023 08:21a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2228959923



# “ELABORACIÓN DE PAN DE MOLDE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE SEMILLA DE ZAPALLO Y SEMILLA ENTERA CHÍA”

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	16%
2	<a href="http://cia.uagraria.edu.ec">cia.uagraria.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://dspace.udla.edu.ec">dspace.udla.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
4	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a Dios, por darme la fortaleza para continuar avanzando sin rendirme y permitirme llegar hasta este momento para cumplir con un objetivo más en mi formación profesional. A mis padres y hermanos que siempre estuvieron brindándome todo su apoyo, cariño y a la confianza que siempre mantuvieron en mí desde que decidí el rumbo de mi formación como un profesional. A los compañeros que conocí en esta etapa de mi vida y que me brindaron su amistad.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial al Dr. Williams E. Castillo Martínez quien acepto en brindarme su apoyo y experiencia como mi asesor, por la paciencia y consejos para poder superar cualquier obstáculo que se presentó en este trabajo de investigación y que pudimos superar.

Hacia los docentes que pertenecen a la E.P. de Ingeniería Agroindustrial y los conocimientos que compartieron en todo el tiempo de mi formación profesional, en especial a los docentes Ing. Lenin Palacios, Ing. Pedro Ayala y el personal del departamento del IITA quienes no dudaron en compartir su experiencia y brindarme los consejos necesarios para poder progresar con éxito en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Agradezco a mi madre Angela Jamanca C. quien día a día me brinda su amor y apoyo constante para no rendirme y continuar avanzando en cumplir mis metas. A mi padre José Pedroza R. quien confió en mí y por el apoyo constante que me brindo todo este tiempo.

A los amigos incondicionales que estuvieron en los buenos y malos momentos por la confianza, los consejos y las gratas experiencias en esta etapa académica.

<b>ÍNDICE</b>	<b>Pag.</b>
I INTRODUCCION .....	13
II REVISION BIBLIOGRAFICA .....	15
2.1 TRIGO ( <i>Triticum aestivum</i> ) .....	15
2.2 HARINA DE TRIGO .....	18
2.3 ZAPALLO MACRE ( <i>Cucurbita maxima</i> ) .....	19
2.4 CHIA ( <i>Salvia hispanica</i> L.) .....	22
2.5 ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS HARINAS .....	24
2.6 PAN DE MOLDE.....	25
III MATERIALES Y METODOS .....	27
3.1 Lugar de Ejecución .....	27
3.2 Materia Prima e insumos .....	27
3.2.1 Materia Prima .....	27
3.2.2 Insumos.....	28
3.2.3 Equipos, materiales y reactivos .....	28
3.3 Metodología.....	31
3.3.1 Procedimiento para la elaboración de harina de semilla de zapallo .....	31
3.3.2 Procedimiento para la elaboración de harina de chía .....	35
3.4 Evaluación proximal de las harinas .....	38
3.5 Diseño experimental .....	39
3.5.1 Variables independientes.....	39
3.5.2 Variables dependientes .....	39
3.5.3 Diseño estadístico .....	39
3.5.4 Formulación del pan de molde .....	41
3.5.5 Método para la elaboración de pan de molde .....	41
3.5.6 Caracterización de los panes de molde.....	44

	<b>Pag.</b>
3.5.7 Evaluación del pan de molde de mejor aceptado y muestra control.....	45
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>47</b>
4.1 Análisis de las harinas (trigo, semilla de zapallo y chía).....	47
4.1.1 Características químico proximales.....	47
4.2 Computo químico.....	51
4.3 Análisis de calidad de los panes de molde.....	53
4.3.1 Análisis físico químico .....	53
4.3.1.1 Volumen específico .....	53
4.3.1.2 Textura instrumental.....	59
4.3.1.3 Colorimetría.....	64
4.4 Evaluación Sensorial.....	87
4.5 Determinación de la formulación mejor aceptada.....	100
4.6 Análisis proximal de la formulación mejor aceptada.....	101
<b>V CONCLUSIONES .....</b>	<b>103</b>
<b>VI RECOMENDACIONES .....</b>	<b>104</b>
<b>VII BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>105</b>
<b>VIII ANEXOS .....</b>	<b>111</b>

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>Pag.</b>
Tabla 1. <i>Taxonomía del trigo</i> .....	16
Tabla 2. <i>Harina de trigo (100gr)</i> .....	18
Tabla 3. <i>Taxonomía del Zapallo</i> .....	19
Tabla 4. <i>Composición nutricional de las semillas de zapallo (C. máxima) 100 gr.</i> .....	21
Tabla 5. <i>Taxonomía de la Chía</i> . .....	22
Tabla 6. <i>Composición química de la Chía (S. hispánica, L), 100 gr.</i> .....	23
Tabla 7. <i>Criterios fisicoquímicos del pan de molde</i> . .....	26
Tabla 8. <i>Variables independientes del (DCCR) 2<sup>2</sup></i> .....	40
Tabla 9. <i>Valores codificados y valores reales del (DCCR) 2<sup>2</sup></i> . .....	40
Tabla 10. <i>Formulación del pan de molde</i> .....	41
Tabla 11. <i>Caracterización químico-proximal de la Harina de trigo</i> . .....	47
Tabla 12. <i>Caracterización químico-proximal de la Harina de semilla de Zapallo</i> .....	48
Tabla 13. <i>Caracterización químico-proximal de la Harina de Chía (100gr)</i> . .....	49
Tabla 14. <i>Cómputo Químico de las diferentes Formulaciones de Panes de Molde</i> . .....	52
Tabla 15. <i>Resultado de volumen específico de las formulaciones</i> . .....	53
Tabla 16. <i>Análisis de Varianza del volumen específico</i> . .....	54
Tabla 17. <i>Coefficiente de regresión para el Volumen Específico</i> . .....	56
Tabla 18. <i>Resultado de la textura instrumental de las formulaciones</i> . .....	59
Tabla 19. <i>Análisis de Varianza del volumen específico</i> . .....	60
Tabla 20. <i>Coefficiente de regresión para la textura instrumental</i> . .....	62
Tabla 21. <i>Colorimetría de la corteza de los panes de molde</i> . .....	65
Tabla 22. <i>Análisis de Varianza de la Luminosidad de la corteza</i> . .....	66
Tabla 23. <i>Coefficiente de regresión para la Luminosidad de la corteza</i> . .....	68
Tabla 24. <i>Análisis de Varianza de la Cromaticidad de la corteza</i> . .....	70
Tabla 25. <i>Coefficiente de regresión para la Cromaticidad de la corteza</i> . .....	72
Tabla 26. <i>Colorimetría de la miga de los panes de molde</i> .....	75
Tabla 27. <i>Análisis de Varianza de la Luminosidad de la miga</i> . .....	76
Tabla 28. <i>Coefficiente de regresión para la Luminosidad de la corteza</i> . .....	78
Tabla 29. <i>Análisis de Varianza de la Cromaticidad de la miga</i> . .....	80
Tabla 30. <i>Coefficiente de regresión para la Cromaticidad de la miga</i> . .....	82

	<b>Pag.</b>
Tabla 31. <i>Análisis de Varianza de la Tonalidad de la miga.</i> .....	84
Tabla 32. <i>Coefficiente de regresión para la Tonalidad de la miga.</i> .....	85
Tabla 33. <i>Resultados de la evaluación sensorial de los panes de molde.</i> .....	88
Tabla 34. <i>Análisis de Varianza del Sabor sensorial.</i> .....	89
Tabla 35. <i>Coefficiente de regresión para el Sabor sensorial.</i> .....	90
Tabla 36. <i>Análisis de Varianza del Color sensorial.</i> .....	92
Tabla 37. <i>Coefficiente de regresión para el Color sensorial.</i> .....	93
Tabla 38. <i>Análisis de Varianza del olor sensorial.</i> .....	94
Tabla 39. <i>Coefficiente de regresión para el Olor sensorial.</i> .....	95
Tabla 40. <i>Análisis de Varianza de la Textura sensorial.</i> .....	96
Tabla 41. <i>Coefficiente de regresión para de la Textura sensorial.</i> .....	97
Tabla 42. <i>Análisis de Varianza de la Aceptabilidad sensorial.</i> .....	98
Tabla 43. <i>Coefficiente de regresión para de la Textura sensorial.</i> .....	99
Tabla 44. <i>Componentes del pan de molde control y mejor formulación.</i> .....	101
Tabla 45. <i>Datos para el análisis de colorimetría por el método CIE LCh.</i> .....	120
Tabla 46. <i>Análisis de Varianza de la Tonalidad de la corteza.</i> .....	122
Tabla 47. <i>Coefficiente de regresión para la Tonalidad de la corteza.</i> .....	123
Tabla 48. <i>Perfil de aminoácido de las harinas de trigo, semilla de zapallo y chía.</i> .....	125
Tabla 49. <i>Score químico de las harinas de trigo, semilla de zapallo y chía.</i> .....	125

<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>Pag.</b>
Figura 1. <i>Recepción de semillas de zapallo</i> .....	31
Figura 2. <i>Lavado de las semillas de zapallo</i> .....	32
Figura 3. <i>Secado de las semillas de zapallo</i> .....	32
Figura 4. <i>Triturado y molienda de las semillas de zapallo</i> .....	33
Figura 5. <i>Envasado de la harina de semillas de zapallo</i> .....	33
Figura 6. <i>Flujograma para la obtención de harina de semillas de zapallo</i> .....	34
Figura 7. <i>Recepción de semillas de chía</i> .....	35
Figura 8. <i>Molienda de las semillas de chía</i> .....	36
Figura 9. <i>Envasado de la harina de semillas de chía</i> .....	36
Figura 10. <i>Flujograma para la obtener la harina de semillas de chía</i> .....	37
Figura 11. <i>Flujograma para la elaboración de pan de molde</i> .....	43
Figura 12. <i>Diagrama de Pareto de el Volumen específico de las formulaciones</i> .....	55
Figura 13. <i>Gráfica de efectos principales para Volumen específico</i> .....	56
Figura 14. <i>Grafica de superficie de respuesta del volumen especifico de las formulaciones</i> .....	57
Figura 15. <i>Grafica de contornos del volumen especifico de las formulaciones</i> .....	58
Figura 16. <i>Diagrama de Pareto de la Textura de las formulaciones</i> .....	61
Figura 17. <i>Gráfica de efectos principales para la Textura instrumental</i> .....	61
Figura 18. <i>Grafica de superficie de respuesta de la textura instrumental de las formulaciones</i> .....	62
Figura 19. <i>Grafica de contornos de la textura instrumental de las formulaciones</i> .....	63
Figura 20. <i>Diagrama de Pareto de la Luminosidad de la corteza</i> .....	67
Figura 21. <i>Gráfica de efectos principales para la Luminosidad de la corteza</i> .....	67
Figura 22. <i>Grafica de superficie de respuesta de la Luminosidad de la corteza de las formulaciones</i> .....	68
Figura 23. <i>Grafica de contornos de la Luminosidad de la corteza de las formulaciones</i> ...	69
Figura 24. <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para la Cromacidad de la corteza</i> .....	71
Figura 25. <i>Gráfica de efectos principales para la Cromacidad de la corteza</i> .....	71
Figura 26. <i>Grafica de superficie de respuesta de la Cromaticidad de la corteza</i> .....	72
Figura 27. <i>Grafica de contornos de la Cromaticidad de la corteza de las formulaciones</i> ..	73

	<b>Pag.</b>
Figura 28. <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para la Tonalidad de la corteza</i> .....	74
Figura 29. <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para la Luminosidad de la miga</i> .....	77
Figura 30. <i>Gráfica de efectos principales para la Luminosidad de la miga</i> .....	77
Figura 31. <i>Grafica de superficie de respuesta de la Luminosidad de la miga de las formulaciones</i> .....	78
Figura 32. <i>Grafica de contornos de la Luminosidad de la miga de las formulaciones</i> .....	79
Figura 33. <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para la Cromacidad de la miga</i> .....	81
Figura 34. <i>Gráfica de efectos principales para la Cromacidad de la miga</i> .....	81
Figura 35. <i>Grafica de superficie de respuesta de la Cromaticidad de la miga de las formulaciones</i> .....	82
Figura 36. <i>Grafica de contornos de la Cromaticidad de la miga de las formulaciones</i> .....	83
Figura 37. <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para la Tonalidad de la miga</i> .....	84
Figura 38. <i>Gráfica de efectos principales para la Tonalidad de la miga</i> .....	85
Figura 39. <i>Grafica de superficie de respuesta de la Tonalidad de la miga de las formulaciones</i> .....	86
Figura 40. <i>Grafica de contornos de la Tonalidad de la miga de las formulaciones</i> .....	86
Figura 41. <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para el Sabor sensorial</i> .....	90
Figura 42. <i>Grafica de superficie de respuesta del Sabor sensorial</i> .....	91
Figura 43. <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para el Sabor sensorial</i> .....	92
Figura 44. <i>Grafica de superficie de respuesta del Color sensorial</i> .....	93
Figura 45. <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para el Olor sensorial</i> .....	95
Figura 46. <i>Grafica de superficie de respuesta del Olor sensorial</i> .....	95
Figura 47. <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para la Textura sensorial</i> .....	97
Figura 48. <i>Grafica de superficie de respuesta de la Textura sensorial</i> .....	98
Figura 49. <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para la Aceptabilidad sensorial</i> .....	99
Figura 50. <i>Preparación de las materias primas e insumos</i> .....	111
Figura 51. <i>Mezclado de los ingredientes y preparación de la masa pandera</i> .....	111
Figura 52. <i>Boleado y extendido de la masa</i> .....	112
Figura 53. <i>Proceso de fermentado de la masa</i> .....	112
Figura 54. <i>Panes de molde en proceso de enfriado</i> .....	113

	<b>Pag.</b>
Figura 55. <i>Rebanado de los panes de molde.</i> .....	113
Figura 56. <i>Embazado de los panes de molde.</i> .....	114
Figura 57. <i>Evaluación del volumen específico mediante el método de desplazamiento de semillas (alpiste).</i> .....	115
Figura 58. <i>Altura alcanzada de los panes de molde</i> .....	117
Figura 59. <i>Texturómetro de la marca BROOKFIELD Engineering Labs, modelo CT3 4500.</i> .....	118
Figura 60. <i>Se empleó la sonda cilíndrica TA4/1000<sup>a</sup> a una velocidad de 0.5 mm/s con un objetivo de penetración de 10 mm.</i> .....	118
Figura 61. <i>Imágenes de la determinación de Fibra Dietaria Total.</i> .....	119
Figura 62. <i>Determinación de grasas mediante el sistema extractor de grasas SOXHLET.</i> ..... .....	128
Figura 63. <i>Evaluación sensorial de los panes de molde.</i> .....	130

<b>INDICE DE ANEXOS</b>	<b>Pag.</b>
Anexo 1: Elaboraciones de los panes de molde. ....	111
Anexo 2: Evaluación de volumen específico .....	115
Anexo 3: Evaluación de textura instrumental.....	118
Anexo 4: Evaluación de Fibra Dietaria Total. ....	119
Anexo 5: Evaluación de colorimetría .....	120
Anexo 6: Computo químico de las formulaciones. ....	125
Anexo 7: Fotos de los panes de molde obtenidos de las formulaciones .....	126
Anexo 8: Determinación de grasas por el método Soxtec.....	128
Anexo 9: Determinación de proteínas, grasas y cenizas de materia prima y pan de molde mejor aceptado.....	129
Anexo 10: Fotos de la evaluación sensorial .....	130
Anexo 11: Ficha de evaluación sensorial .....	131

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es evaluar la consecuencia de realizar una sustitución parcial de harina de trigo por harina de semilla de zapallo y semilla de chía en la producción de pan de molde. Se utilizó un diseño experimental compuesto central rotacional (DCCR)  $2^2$  determinándose un total de 11 formulaciones. Las consecuencias de las variables independientes se evaluaron según las características tecnológicas y sensoriales, realizada a 40 panelistas. Los resultados se analizaron por el Método de Superficie de Respuesta empleando el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI.I., como parte de los resultados la formulación mejor aceptada tiene como caracterización químico-proximal;  $13.53 \pm 0.07$  % de proteínas,  $14.52 \pm 0.11$ % de grasas,  $40.06 \pm 0.31$ % de carbohidratos y  $12.12 \pm 0.50$ % de fibra. Destacando en el alto contenido de proteínas y fibra.

***Palabras clave:*** Semilla, zapallo, chía, pan de molde, sustitución parcial, fibra dietaria.

## **ABSTRACT**

The objective of this investigation is to evaluate the consequence of making a partial replacement of wheat flour with squash and chia seed seed in the production of mold bread. An experimental design central rotational compound (DCCR) 22 was used determining a total of 11 formulations. The consequences of the independent variables were evaluated according to the technological and sensory characteristics, made to 40 panelists. The results were analyzed by the response surface method using the Statgraphics Centurion XVI.I. statistical program, as part of the results, the best accepted formulation has as its chemical-proximal characterization;  $13.53 \pm 0.07\%$  protein,  $14.52 \pm 0.11\%$  of fats,  $40.06 \pm 0.31\%$  carbohydrates and  $12.12 \pm 0.50\%$  fiber. Highlighting in the high content of protein and fiber.

**Keywords:** *Seed, pumpkin, chia, sliced bread, partial substitution, dietary fiber.*

## I INTRODUCCION

En el peru el zapallo es un producto que pertenece a la dieta básica de todos los peruanos, son empleados en diferentes platos típicos y tradicionales además que actualmente su consumo está incrementando a causa de su buena aceptación y demanda, se puede encontrar en supermercados, centros de abasto, mercados e incluso bodegas.

En el año 2018 el MINAGRI informa que se cultivaron 7 553 hectáreas de zapallo concluyendo en una producción total de 207 267 toneladas, también se mencionaron a las principales regiones que contribuyeron a este resultado final como Ancash, Arequipa, Lima, La Libertad y Tacna. (MINAGRI, 2018).

Cada fruto puede llegar a pesar entre 10 kg y 30 kg comúnmente, pero esta variedad de *C. maxima duch* puede sobrepasar los 40 kg. Las semillas se caracterizan por tener un color marrón claro y de forma achatada-convexa, se estima que el peso de cada semilla en 1.2 gr y cada fruto puede llegar a tener entre 300 y 400 semillas. Las semillas utilizadas para la siembra son muy pocas de las que se obtiene del mismo fruto ya que es recomendable utilizar semillas certificadas que están libres de agentes patogénicos. (INIA, 2021).

En muchos casos la semilla del zapallo es desechada ya que es difícil encontrarle un uso común y muchas personas desconocen las propiedades que estas contienen. Las semillas de este conocido fruto cucúrbita maxima tiene excelentes beneficios para la salud ayudando en diferentes problemas en la salud, entre ellos destacan la inflamación, enfermedades cardiovasculares además ayuda a proteger los órganos reproductores (Rulez, 2012).

Una de las características importantes de la semilla de chía es su alto contenido de grasas (30 – 33 %), entre ellas destaca el ácido graso poliinsaturado (omega 3) y linoleico (omega 6) y se muestran en una proporción de 0.35:0.30 respectivamente. (Knez M. et al., 2019). El mucilago que se encuentra en la semilla de chía es de tipo soluble, esto quiere decir que al ser mezclado con el agua se formara un gel.

Una de las características de distingue al pan de molde con los demás tipos de pan es que este posee una textura blanda tanto en la miga como en la corteza. Este tipo de pan suele conservarse por más tiempo cuando se compara con otros tipos de panes además su contenido de grasa suele

ser mayor ya que en su formulación se encuentran ingredientes como el huevo, leche y manteca vegetal. (Quaglia, 1991, como se citó en León A., & Urbina K., 2015. Pp. 201-202).

En la actualidad se observa que cada vez hay más personas que tienden a consumir productos naturales o más saludables, siendo la mejor alternativa en cuanto al cuidado de nuestro cuerpo se refiere. Ante esta situación los productos se suelen elaborar con nuevas tecnologías o se utilizan nuevos ingredientes que eleven las características nutricionales del mismo y a la vez generen nuevas experiencias al consumidor.

En el caso del pan, este también tiene productos que forman parte de la categoría de envasados como es el caso del pan de molde siendo el pan de molde integral el que más beneficios tiene con respecto a esta categoría además de ser un alimento común cuando se quiere iniciar una dieta saludable. (Tracking Panes 2016).

Por consiguiente, se cree necesario la elaboración de un producto en la categoría de envasado como es el caso del pan de molde, que aporte beneficios saludables para el consumidor tanto como un pan integral además de tener un sabor diferente al pan que normalmente se está acostumbrado a consumir.

Es así que en este trabajo de investigación que presenta el siguiente título: “Elaboración de pan de molde con sustitución parcial de harina de semilla de zapallo y semilla entera chía” tiene como objetivo general la elaboración de un pan de molde realizando una sustitución parcial de la harina de trigo por harina de semilla del zapallo (*C. maxima* Duch) y harina de chía (*Salvia hispanica* L.) obteniendo un producto con un valor agregado., así mismo determinar la formulación óptima para el consumidor mediante una evaluación sensorial, se evaluaron sus propiedades tecnológicas y proximales, y como objetivos específicos se han propuesto los siguientes:

- Determinar la composición proximal de la harina de trigo, harina de semilla de zapallo y harina de chía.
- Evaluar las propiedades físico químicas (textura instrumental, volumen específico y colorimetría) de los panes de molde.
- Realizar una evaluación sensorial (sabor, textura, color, olor y aceptabilidad) de las diferentes formulaciones de pan de molde.
- Evaluar la composición proximal del producto que obtuvo una mayor aceptabilidad.

## II REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 TRIGO (*Triticum aestivum*)

#### 2.1.1 Generalidades

EL trigo está incluido en el grupo de los cereales que son cultivados en un ambiente silvestre y es de genero botánico, pertenece a la tribu Triticeae – *Triticum*, es de la sub-familia Poiideae y familia de las gramíneas. (FAOSTAT, 2021).

Al pertenecer a la familia de las gramíneas, este cereal es un conjunto de frutos que se forman de una sola semilla que se extiende hacia el área superior hasta formar una espiga con una gran cantidad de granos de forma ovalada y recubiertos por una capa llamada salvado.

Entre todos los cereales, el trigo es una de las materias primas de mayor producción a nivel global seguido del maíz y el arroz (FAO, 2016). Entre los usos más comunes del trigo esta la producción de harina, harina integral, elaboración de cerveza, etc. El trigo se puede clasificar en tres grupos de acuerdo con su valor proteico, el trigo duro junto al semi-duro son ideales para los productos de panificación mientras que el trigo blando se emplea para elaborar diferentes productos de repostería. (MORENO, 2020).

- Trigo duro (*triticum durum*): Elevado contenido proteico, entre 13,5 – 15 %.
- Trigo semi-duro (*triticum vulgare*): Contenido proteico entre 12 – 13 %.
- Trigo blando (*triticum club*): Bajo contenido proteico, entre 7.5 – 10 % pero contiene niveles de almidón alto.

#### 2.1.2 Taxonomía.

##### 2.1.2.1 Taxonomía

Forma parte dela familia de las gramíneas, principalmente se cultivan las variedades *Triticum durum* y *Triticum compactum*. (Arellano & Rojas, 2016).

**Tabla 1.** *Taxonomía del trigo.*

<b>TAXONOMIA</b>	
<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Liliopsida
<b>Orden</b>	Poales
<b>Familia</b>	Poaceae
<b>Subfamilia</b>	Pooideae
<b>Genero</b>	Triticum L.

Fuente: Infoagro, 2016

#### **2.1.2.2 Morfología**

El trigo está formado por las siguientes partes:

##### **A. Raíz**

Poseen una raíz atípica llegando a extenderse más de 1 m de longitud y en los primeros 25 cm se encuentran el 50% de sus raíces. (Infoagro, 2016).

##### **B. Tallo**

Es de tipo herbáceo, tiene un forma recta y cilíndrica, posee pocas ramificaciones y la caña de tupo tubular. Su tamaño puede variar entre 60 am y 120 cm los cuales pueden variar según el tipo de trigo a cultivarse. (Infoagro, 2016).

##### **C. Hojas**

Son alargadas y de forma recta con una terminación en punta, se puede encontrar entre 4 y 6 hojas en cada planta.

#### **D. Inflorescencia**

Después de que el tallo se haya desarrollado adecuadamente aparecerá una espiga que está envuelta con una de sus hojas, cada espiga puede contener entre 15 y 25 espiguillas que se ordenan de forma alterna de izquierda a derecha son laxas y compactas. Las espiguillas están formadas por dos brácteas con el nombre de glumas que contienen de tres a cinco antecitos. Los antecitos están compuestos por una lemma y una flor. (Infoagro, 2016)

#### **E. Granos**

El grano del trigo es de forma ovoide que está protegido por una envoltura llamada pericarpio y está compuesta por varias capas de células, el resto del fruto está compuesto por el endospermo que se considera un depósito de alimentos y es equivalente al 82% del peso total del grano. (Infoagro, 2016)

El gluten es una proteína que se encuentra en una parte del trigo y otros granos, una de sus funciones es que proporcionar la esponjosidad en los diferentes productos de panificación además de mejorar el sabor.

## 2.2 HARINA DE TRIGO

### 2.2.1 Definición

La harina de trigo es el producto resultante de la molienda del grano de trigo (*Triticum aestivum L.*) con o sin separación parcial de la cáscara. Se pueden obtener tres variedades de harina de trigo: harina blanca o refinada la cual se obtiene de la molienda hecha solamente del endospermo, harina marrón que incluye una parte del germen o endospermo en la molienda y la harina de germen la cual se elabora con el germen y el endospermo descartando el salvado. (CANIMOLT, 2013).

### 2.2.2 Composición química de la harina de trigo

**Tabla 2.** *Harina de trigo (100gr).*

Componente	INFOODS	MINSA	Espinoza&Ludeña	Unidad
Humedad	12.5	10.8	14.21	g
Proteínas	9.3	10.5	12.3	g
Calorías	353	362	360	Kcal
Grasas	1.2	2	1.72	g
Carbohidratos	80	76.3	71.5	g
Fibras	1.6	2.7	2.5	g
Calcio	15 <sup>a</sup>	-	-	mg
Fosforo	1.40 <sup>a</sup>	-	-	mg
Hierro	0.03 <sup>a</sup>	-	-	mg

Fuente: <sup>a</sup> INFOODS, 2017; MINSA, 2018; Espinoza & Ludeña, 2018.

## 2.3 ZAPALLO MACRE (*Cucurbita maxima*)

### 2.3.1 Generalidades

El zapallo de la variedad macre es nativo del continente Sudamericano siendo mayor su consumo en Perú, Bolivia y Ecuador (INIA, 2021). Esta especie clasificada como hortaliza se puede reconocer por su gran tamaño y su color amarillo característico, además que los cultivos se pueden realizar ya sea en la costa como en la sierra del Perú por un periodo contante en todo el año.

También se le conoce con otros nombres como auyama o ahuyama en quechua. En otros países tiene el nombre de calabaza, calpara, huará o calabecera.

### 2.3.2 Taxonomía

El zapallo proviene de la familia Cucurbitácea la cual se encuentra constituida por 118 géneros y más de 820 especies.

**Tabla 3.** *Taxonomía del Zapallo.*

TAXONOMIA	
<b>Reino</b>	Vegetal
<b>Orden</b>	Cucurbitales
<b>Familia</b>	Cucurbitácea
<b>Genero</b>	Cucurbita
<b>Especie</b>	Cucurbita maxima
<b>Orden</b>	Cucurbitales

Fuente: Rodríguez, Valdés & Ortiz, 2018

### 2.3.3 Descripción botánica

La planta del zapallo macre puede alcanzar una altura de 6 a 8 metros extendiéndose hasta 2 metros de ancho, posee tallos flexibles los cuales son característicos de esta

planta trepadora. En cuanto al fruto, este posee una forma redonda u ovalada llegando a pesar entre 15 y más de 30 kg.

Es un alimento que posee una estacionalidad anual en las condiciones y cuidados adecuados, además se estima que cuenta con un ciclo vegetativo aproximado de 4 meses. En cuanto al terreno que se necesita, se puede emplear una amplia variedad de suelos con los requisitos de que sean fértiles y profundos. El suelo debe tener un pH entre 5,6 y 6,8 que son valores óptimos para que no exista una pérdida de la productividad (UNA La Molina, 2010).

El Instituto nacional de Innovación Agraria (INIA, 2021). menciona que, la manera óptima que se puede realizar la siembra se colocando las semillas directamente en el terreno a cultivar teniendo una distancia entre golpes de 0,4 a 0,6 metros por hileras de 2 metros de largo, colocándose 2 a 3 semillas por golpe.

#### **2.3.4 Semilla de zapallo**

En muchos casos la semilla del zapallo es desechada ya que es difícil encontrarle un uso común y muchas personas desconocen las propiedades que estas contienen, aquellas pocas personas que aprovechan estas semillas tienen conocimiento de la cantidad de proteínas vegetales y ácidos grasos insaturados, estas características son las que hacen destacar a este producto ya que ayudan al cuidado del corazón, además estas ayudan a evitar padecer de enfermedades cardiovasculares; a su vez mejoran el tránsito intestinal y evitan el estreñimiento, el objetivo de esta investigación es dar a conocer como la harina o polvo de semillas calabaza son una opción válida al momento de fortalecer la elaboración de pan de molde. Además, esta hortaliza contiene un alto número de semillas en su interior del fruto que pueden variar entre 300 y 700 semillas de acuerdo al tamaño del fruto que se pueda obtener (ORTIZ et al., 2015).

Las semillas de este conocido fruto cucúrbita máxima proporcionan ciertos beneficios a la salud, tales como, equilibra el pH mediante una acción alcalinizante, su contenido

de fibra mejor la salud intestinal, alivia el estreñimiento y combate paracitos. (Arévalo A. & Armijos, K., 2021)

### 2.3.5 Composición química de la semilla de zapallo

**Tabla 4.** *Composición nutricional de las semillas de zapallo (C. máxima) 100 gr.*

Nutrientes	FUNIBER	Domínguez	M. Dotto	Unidad
Energía	569	389	311.5	kcal
Proteína	33.9	25.7	21.31	g
Grasa Total	51.9	46.7	35.5	g
Glúcidos	4.2 <sup>a</sup>	-	-	g
Fibra	2.1	3.5	4.6	g
Calcio	25 <sup>a</sup>	-	-	mg
Hierro	9.9 <sup>a</sup>	-	-	mg
Vitamina A	5 <sup>a</sup>	-	-	mg

Fuente: <sup>a</sup> FUNIBER, 2018; Domínguez et al, 2019; M. Dotto J. S., 2020

### 2.3.6 Beneficios para la salud

- **Combate la diabetes:** Diferentes estudios experimentales empleando animales dieron como resultado que las semillas de zapallo proporcionan beneficios mejorando la regulación de la insulina y además tiene la capacidad de reducir el estrés oxidativo previniendo complicaciones de la diabetes (Pamplona J, 2013).
- **Beneficios para la próstata:** Las semillas de zapallo pueden ser una fuente de zinc lo cual es de importancia para mantener la buena salud de la próstata. Ya sea que se pueda emplear esta semilla en extractos o aceites, las semillas de zapallo beneficiaran en el tratamiento de la hiperplasia prostática benigna (HPB) (Caballero J, 2014).
- **Posmenopausia para las mujeres:** Los aceites que contienen la semilla de zapallo pueden ser consideradas un fitoestrogeno natural, de esta manera

diversos estudios sugieren que podría aumentar el colesterol bueno “HDL” como a su vez la disminución de la presión arterial, dolores de cabeza, dolor articular, bochornos y otros síntomas postmenopáusicos en las mujeres. (Pamplona J, 2013).

## 2.4 CHIA (*Salvia hispanica* L.)

### 2.4.1 Generalidades

La Chía tal como la conocemos tiene el nombre científico *Salvia hispanica*, esta especie pertenece a la familia *Lamiaceae* es nativa de Centroamérica originalmente de zonas del sur de México como también del sur de Guatemala. (Cisternas et al., 2022). En la actualidad se ha vuelto común hablar sobre los ácidos grasos esenciales entre ellos están el Ácido Alfa Linolénico (ALA), siendo un ácido graso omega-3 está en un balance similar al omega-6. Entre los beneficios de su consumo está el reducir el riesgo de padecer algunas enfermedades cardiovasculares, degenerativas y cerebrovasculares.

### 2.4.2 Taxonomía

La clasificación científica de la chía (*Salvia hispanica* L) según el científico naturista Linneo estaría dispuesta de la siguiente manera:

**Tabla 5.** Taxonomía de la Chía.

<b>TAXONOMIA</b>	
<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Orden</b>	Lamiales
<b>Familia</b>	Lamiaceae
<b>Subfamilia</b>	Nepetoideae
<b>Genero</b>	Salvia
<b>Especie</b>	Hispanica

Fuente: Jaramillo G., 2013.

### 2.4.3 Descripción botánica

La botánica de la chía de la siguiente manera: Esta determinada como una planta de temporada llegando a medir de 1 a 1.5 metros de altura, sus tallos se encuentran ramificados, acanalados y vellosos; tiene hojas que son opuestas con medidas de 4 a 8 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho, estas hojas poseen un alto contenido de aceites esenciales actuando como un repelente contra insectos. Posee flores que pueden tener un color blanco o azul intenso. Con respecto a las semillas estas tienen forma ovalada y son peculiarmente brillantes, pueden llegar a medir entre 1.5 a 2 mm. (Peralta & Delgado, 2019)

### 2.4.4 Composición química

Mediante el siguiente cuadro podemos describir las propiedades nutricionales que tiene la Semilla de Chía (*Salvia hispánica, L*).

**Tabla 6.** Composición química de la Chía (*S. hispánica, L*), 100 gr.

Nutrientes	Peralta&Delgado	MINSA	Unidad
Energía	486	360	Kcal
Proteínas	16.24	23.4	g
Grasas	30.7	32.5	g
Omega-6	5.8 <sup>a</sup>	-	g
Omega-3	17.8 <sup>a</sup>	-	g
Fibra	34.4	30.1	g

Fuente: <sup>a</sup> Peralta & Delgado, 2019; MINSA, 2018

### 2.4.5 Beneficios para la salud

La chía es una semilla que se conoce por su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados en especial el linolénico. La semilla de chía como los subproductos que derivan de esta tales como el aceite, harina, aceite micro encapsulado, etc., por la composición que posee ha resultado viable su incorporación en la fórmula de

diferentes alimentos del área de panificación, bebidas, entre otros, elevando las características nutricionales de tales productos.

La mayoría de las semillas están compuestas principalmente por proteínas (15-20g/100g), carbohidratos (26-41g/100g), lípidos (30-33g/100 g) y cenizas (4-5g/100 g) (Ixtaina, 2012). Algunos productos marinos se caracterizan por tener una fuente atractiva de ácidos grasos como el omega-3, entre ellos se encuentra el salmón o también la sardina. Sin embargo, algunas semillas pueden ser una fuente vegetal de estos ácidos grasos, estando en primer lugar la linaza (*Linum Usitatissimum*) y a continuación la chía (salvia hispánica, L).

Dentro de las enfermedades a nivel mundial que aún siguen prevaleciendo a pesar del tiempo son aquellas de origen cardiovascular entre ellas se encuentran la hipertensión arterial, diabetes o hiperglicemia (Rivera et. al, 2017). Un estudio realizado a un grupo de pacientes con EHGNA (Enfermedad de hígado graso no alcohólico) donde añadieron a su dieta básica una cantidad de 25 g de chía molida al día por un periodo de 8 semanas, obtuvieron como resultado un incremento en el ALA plasmático además de una mayor cantidad de fibra, se observó una reducción del colesterol total, colesterol no HDL (lipoproteínas de alta densidad), reducción de peso corporal y grasa abdominal, finalmente una gran cantidad de los pacientes lograron reducir el avance de la enfermedad. (Medina et. al, 2020).

## **2.5 ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS HARINAS**

### **2.5.1 Humedad**

El contenido de humedad se representa en la cantidad de agua que contiene la harina, este es un parámetro esencial para un óptimo almacenamiento evitando que diferentes microorganismos puedan alterar su composición. (Codex, 2016)

Generalmente el porcentaje máximo de humedad de la harina de trigo es de 15% por razones de almacenamiento, transporte y clima según la NTP 205.027.

### **2.5.2 Proteína**

Uno de los componentes más importantes y por lo que en ciertos casos determina el valor en el mercado de las harinas, ya que proporciona la consistencia necesaria en la elaboración de productos de panificación siendo a mayor contenido de proteína mayor será la fuerza de la harina. Es importante conocer los tipos de proteínas que integran al gluten como también sus propiedades funcionales y así determinar el mejor uso en la producción panadera (Ruiz, 2015).

### **2.5.3 Ceniza**

Las cenizas representan el contenido inorgánico resultante de la calcinación de la materia orgánica, este parámetro también mide el contenido de salvado o si la harina es muy aditiva.

El proceso para determinar la ceniza es fácil, se incinera la materia orgánica a una temperatura aproximada entre 500°C – 550°C por un periodo de 3 – 3.5 hr, siguiendo la metodología indicada en la NTP 206.007 1976.

## **2.6 PAN DE MOLDE**

### **2.6.1 Generalidades**

Según la NTP 206.004 (MINSAs, 2010) describe al pan de molde como al resultado de la cocción de una masa fermentada la cual se divide en moldes, teniendo como ingrediente principal la harina de trigo además de agua, azúcar, sal, manteca, levadura y leche en polvo además se pueden añadir otros ingredientes o aditivos siempre y cuando estos estén permitidos.

Si se compara el pan de molde con el pan común a simple vista destaca su apariencia y textura, pero otra diferencia que tienen es que el contenido de grasa, proteínas, y fibra suele ser mayor en el pan de molde.

Si se habla de su aporte nutricional, entonces el valor energético del pan de molde (287 kcal/100gr) no es tan diferente del pan tradicional (272 kcal/100gr), estos valores

pueden variar si el producto contiene una sustitución parcial o si es que se decide añadir algún ingrediente extra para darle un valor agregado como, por ejemplo: leche, mantequilla, granos, semillas, etc. (Espinoza & Ludeña, 2018).

### 2.6.2 Clasificación

La clasificación se divide según el grado de extracción, es decir una harina con un 80% de grado de extracción se refiere a una harina que tiene 80% de cereal completo y 20% de salvado y germen se ha desechado. Entre los diferentes panes de molde están:

- **Pan blanco:** Este tipo de se elabora con harina de trigo con un grado de extracción máximo de 82%.
- **Pan integral:** Se emplea harina integral en su elaboración esto quiere decir que su grado de extracción es del 100%
- **Pan corriente:** La harina que se emplea debe tener entre 82 – 86 % de grado de extracción.
- **Pan tostado:** Es el producto que se obtiene del pan de molde que ha sido secado o tostado.

### 2.6.3 Criterios fisicoquímicos del pan de molde

**Tabla 7.** *Criterios fisicoquímicos del pan de molde.*

PRODUCTO	PARAMETRO	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES
<b>Pan de molde (blanco, integral y sus productos tostados)</b>	- Humedad.	40 % - pan de molde
	- Acidez (expresada en Ac. Sulfúrico).	6 % - pan tostado
	- Cenizas.	0.5 % – (Base seca)
		4 % - (Base seca)

Fuente: Resolución Ministerial N° 1020 – 2010 / Minsa, 2010

## III MATERIALES Y METODOS

### 3.1 Lugar de Ejecución

La presente investigación se realizó en los siguientes ambientes:

- Planta Piloto de la facultad de Agroindustrias, área de panificación - Universidad Nacional del Santa (UNS).
- Laboratorio de Composición de Productos Agroindustriales, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial - UNS.
- Instituto de Investigación Tecnológica de Agroindustria - UNS.
- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de productos Agroindustriales, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial - UNS.
- Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales (COLECBI S.A.C.).

### 3.2 Materia Prima e insumos

#### 3.2.1 Materia Prima

- **Harina de trigo, marca Nicolini:** Se adquirieron 20 kg de harina de trigo obtenidas de la comercial “PIRAMIDE” ubicada en la ciudad de Nuevo Chimbote en la Provincia del Santa
- **Semilla de zapallo:** Se adquirieron 10 kg de semillas obtenidas del Mercado mayorista “La Perla” ubicada en la ciudad de Nuevo Chimbote en la Provincia del Santa.
- **Semilla de Chía:** Se adquirieron 1.5 kg de semillas obtenidas del Mercado mayorista “La Perla” ubicada en la ciudad de Nuevo Chimbote en la Provincia del Santa.

### **3.2.2 Insumos**

Los siguientes insumos de adquirieron de la comercial “PIRAMIDE” ubicada en la ciudad de Nuevo Chimbote en la Provincia del Santa:

- Mejorador enzimático (250 gr).
- Anti moho (100 gr).
- Sal (500 gr).
- Azúcar rubia (1.5 kg).
- Levadura instantánea (500 gr).
- Manteca vegetal (3 kg).
- Emulsionante (250 gr).

### **3.2.3 Equipos, materiales y reactivos**

#### **3.2.3.1 Equipos para la obtención de las harinas**

- Secadora de bandejas (Marca: CORPORACIÓN JARCON DEL PERÚ, Modelo: SBT-10X10, Serie: JP 001 01 13, País: Perú).
- Molino industrial (Marca: CORPORACIÓN JARCON DEL PERÚ, Modelo: MDMT- 60XL, Serie: JP 001 11 12, País: Perú).
- Procesadora de alimentos (Marca: Nutribullet, Modelo: NB606DG, Serie: NB WL 108A 23, País: Estados unidos).
- Balanza analítica (Marca: PRECISA GRAVIMETRICS AG., Modelo: LX320A, Serie: 321LX, País: Suiza).

#### **3.2.3.2 Materiales para la elaboración de las harinas**

- Depósito de plástico.
- Papel aluminio, tamices.
- Bolsa de polipropileno (alta densidad) con auto cierre.

### **3.2.3.3 Equipos para la producción de pan de molde.**

- Balanza analítica (Marca: ADAM EQUIPMENT, Modelo PW-254, País: Reino Unido).
- Amasadora / Sobadora (Marca: NOVA, Modelo: K25, Capacidad: 40 kg, País: Perú).
- Cámara de fermentación (Marca: NOVA, Modelo: MAX 1000, Capacidad: 4 coches, País: Perú).
- Horno rotatorio de convección (Marca: NOVA, Modelo: MAX 1000, Capacidad: 1 coche, País: Perú).
- Rebanadora de pan (Marca: NOVA, Modelo: REB, País: Perú).

### **3.2.3.4 Materiales para la producción de pan de molde.**

- Bol de cocina.
- Cuchara.
- Probeta.
- Jarra de plástico.
- Moldes de pan
- Bolsa de polipropileno de alta densidad 9 x 20.
- Sujetadores.

### **3.2.3.5 Equipos para las evaluaciones tecnológicas del pan de molde.**

- Balanza analítica (Marca: ADAM EQUIPMENT, Modelo PW-254, País: Reino Unido).
- Colorímetro (Marca: KONICA MINOLTA, Modelo: CR-400, País: Japón)
- Estufa (Marca: Blue-M, Modelo: SW-17TC-1)
- Mufla (Marca: Protherm, Modelo: ECO110/3, País: Estados Unidos)

- Cocinilla eléctrica (Marca: KESSEN, Modelo: HPY6870-26, País: China)
- Extractor de grasa (Marca: FOSS, Modelo: Soxtec™ 2043, País: Dinamarca)
- Baño maría (Marca: FOSS, Modelo: Water Bath™ 1024, País: Dinamarca)
- Sistema semi-automatizado de fibra dietética (Marca: FOSS, Modelo: Fibertec™ 1023, País: Dinamarca)
- PH metro digital (Marca: TERMOCIENTI FIC, Modelo: Orion Star A21, País: Estados Unidos)
- Pulverizador (Marca: FRITSCH, Modelo: Pulverisette 2, País: Alemania)
- Texturómetro (Marca: BROOKFIELD, Modelo: CT3 4500, País: UK)

#### **3.2.3.6 Materiales para las evaluaciones tecnológicas del pan de molde.**

- Placas Petri.
- Probeta (Capacidad de 100 ml y 1000ml)
- Matraz (Capacidad de 250 ml y 100 ml)
- Mortero.
- Papel filtro.
- Papel aluminio.
- Papel toalla.
- Crisol
- Bolsa de polipropileno de alta densidad con auto cierre.

#### **3.2.3.7 Reactivos**

- Agua destilada
- Buffer Fosfato 0.08M a pH 6.0

- Hidróxido de Sodio 0.275 N
- Ácido clorhídrico 0.325 N
- Enzima  $\alpha$ -amilasa, Marca: Merck, solución para análisis (PA).
- Proteasa, Marca: Merck, solución para análisis (PA).
- Alcohol 96°
- Celite, Marca: FOSS
- Acetona, Marca: Merck, solución para análisis (PA).
- Éter de petróleo, Marca: FOSS

### 3.3 Metodología

#### 3.3.1 Procedimiento para la obtención de harina de semilla de zapallo

Para la obtención de harina de zapallo se empleó el método empleado por (Mendoza S., 2020) sin embargo se hicieron algunas modificaciones.

##### a) Recepción de materia prima

Los comerciantes para poder limpiar el zapallo retiran la placenta que contiene las semillas en depósitos para después ser descartadas. Se recepcionó 10 kg de semillas en contenedores plásticos para luego ser lavadas.



**Figura 1.** *Recepción de semillas de zapallo.*

### b) Selección y lavado

En esta etapa se separa la placenta de las semillas, se realiza un lavado por inmersión de 2 a 3 repeticiones con abundante agua y frotándolas constantemente para poder quitar los restos de la placenta de la semilla y retirar las pequeñas fibras.



**Figura 2.** *Lavado de las semillas de zapallo.*

### c) Secado

Las semillas se extendieron correctamente en las bandejas del secador para poder obtener un secado homogéneo y llegar al porcentaje de humedad entre 7 y 9 %. Las semillas fueron sometidas a una temperatura de 60°C por un tiempo de 11 horas y estimando una pérdida del 60 – 65 % del peso total en esta etapa.



**Figura 3.** *Secado de las semillas de zapallo.*

#### d) Molienda y tamizado

Se utilizó un molino manual de tornillo para triturar las semillas de zapallo secas y obtener partículas para pequeñas, después se realizó otra molienda con un molino industrial de martillos para obtener la harina y finalmente se realizó el tamizado para poder descartar cualquier partícula grande. Al final se obtuvo una cantidad de 3 kg de harina de semilla de zapallo.



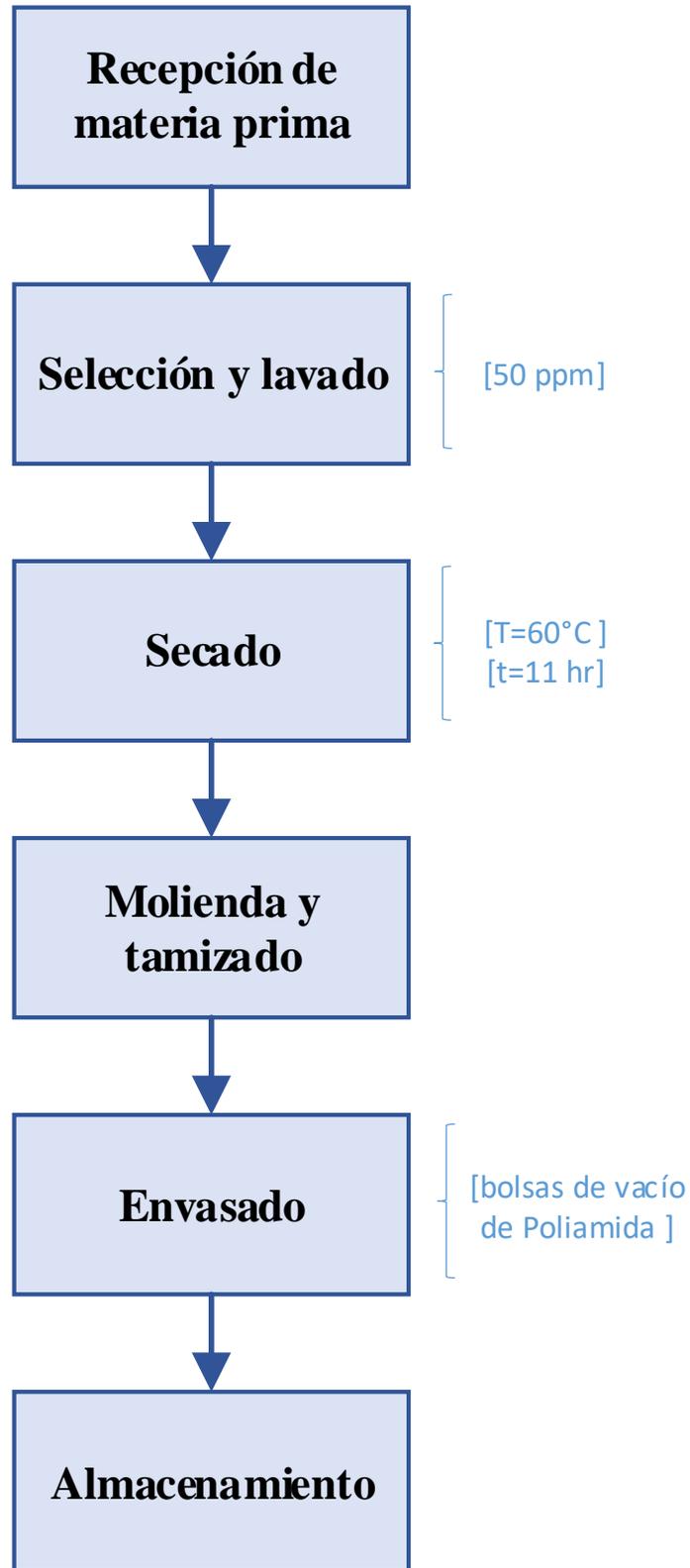
**Figura 4.** *Triturado y molienda de las semillas de zapallo.*

#### e) Envasado y almacenado

Se usó bolsas de vacío de Poliamida para realizar un envasado y sellado al vacío con el propósito de evitar que la harina gane humedad.



**Figura 5.** *Envasado de la harina de semillas de zapallo.*



**Figura 6.** *Flujograma para la obtención de harina de semillas de zapallo.*

### 3.3.2 Procedimiento para la obtención de harina de chía

Para la obtener la harina de semillas de chía, esta se obtuvo moliendo directamente las semillas en un molino electrónico.

#### a) Recepción de materia prima

Se emplearon 1.5 kg de granos de chía que se obtuvieron del centro de abastos mayorista “La Perla”.

**Figura 7.** *Recepción de semillas de chía.*

#### b) Selección

Se realizó la selección para separar los granos de chía de cualquier materia diferente que se pueda encontrar como paja u otros granos.

#### c) Molienda

Con la ayuda de un procesador electrónico se realizó la molienda en cantidades de 150 a 200 gr en tiempos intermitentes para evitar la formación de una pasta.



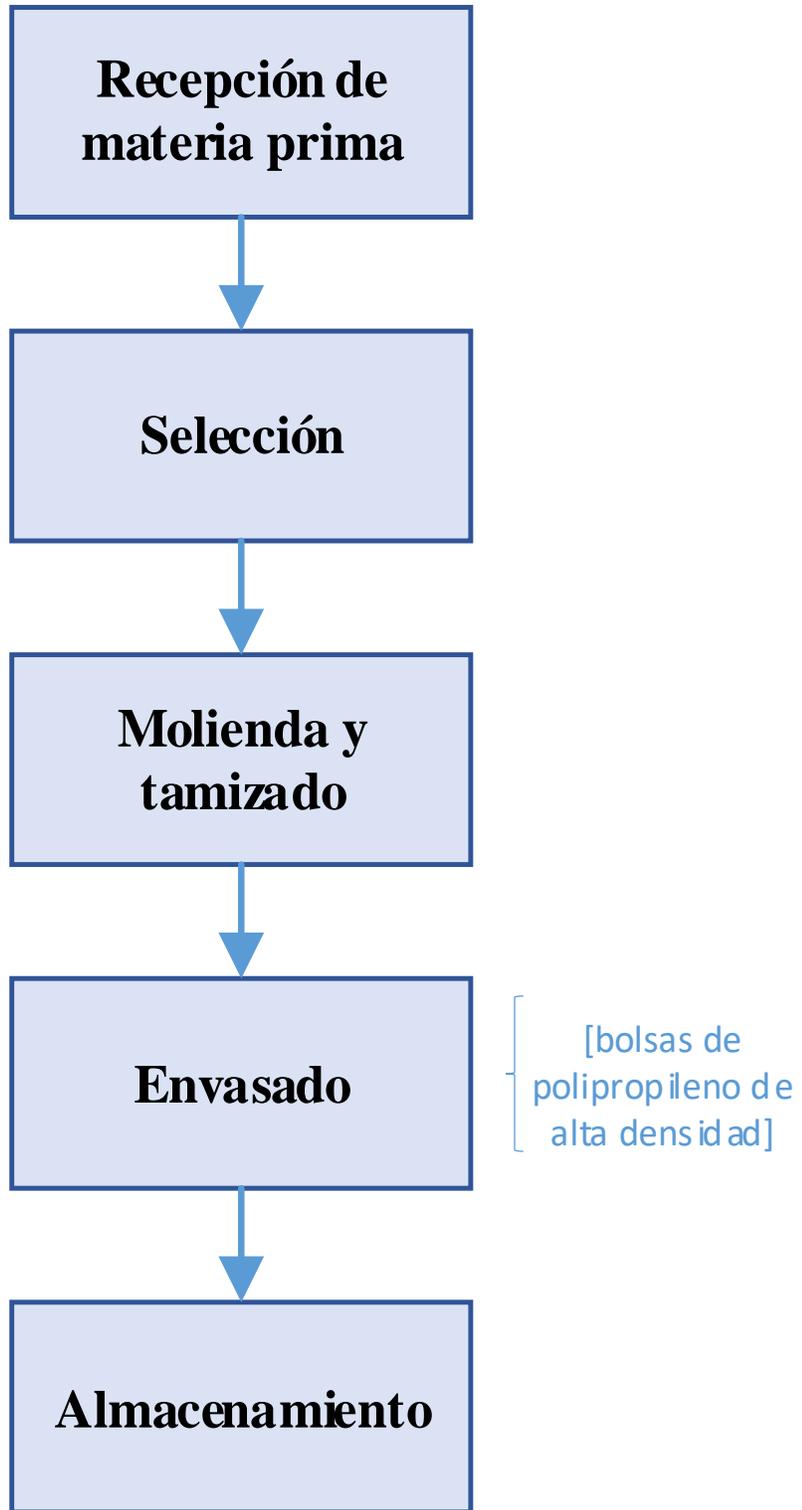
**Figura 8.** *Molienda de las semillas de chía.*

**d) Envasado y almacenado**

En esta etapa se utilizaron bolsas de polietileno de alta densidad con cierre hermético (bolsas zipp).



**Figura 9.** *Envasado de la harina de semillas de chía.*



**Figura 10.** *Flujograma para la obtención de la harina de semillas de chía.*

### **3.4 Evaluación proximal de las harinas**

Las evaluaciones y análisis de las harinas se realizaron a los dos tipos de materias primas (harina de semilla de zapallo y de chía) estos se realizarán en los ambientes del Laboratorio de Investigación y Desarrollo de productos Agroindustriales ubicado en la escuela de Agroindustria y el Instituto de Investigación Tecnológica de Agroindustria.

#### **- Proteínas**

Para determinar el porcentaje de proteínas se siguió el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 dic. 2006, empleado por el laboratorio COLECBIC S.A.C.

#### **- Humedad**

El procedimiento que se empleo fue el referido por la Norma Técnica ITINTEC 205.037:1975 (Revisada el 2016), que menciona el procedimiento para determinar el contenido de humedad en productos derivados de la harina de trigo, cereales o semillas.

#### **- Ceniza**

El método de incineración que se menciona en la norma técnica ITINTEC NTP 205.038.1975 (Revisada el 2016), es el correspondiente para determinar las cenizas (porcentaje de sólidos y minerales) en productos.

#### **- Grasas**

Se utilizó el equipo Soxhlet, utilizando el Éter de Petróleo como solvente. Metodología de la Asociación oficial de Químicos analistas (AOAC) 963.15 2005.

#### **- Fibra dietaría total**

La fibra dietaría total se determinó con el método enzimático-gravimétrico AOAC 991.43 (Prosky et al., 1988)

## - **Carbohidratos**

Se obtuvo con el método de diferencia de materia seca (MS-INM) mencionado por Collazos, consiste en usar la siguiente fórmula:

$$\% \text{ carbohidratos} = 100\% - (H + C + G + P)$$

Donde:

H = % humedad

C = % cenizas

G = % grasas

P = % proteínas

### **3.5 Diseño experimental**

#### **3.5.1 Variables independientes**

Las variables independientes que se estudiaron fueron los porcentajes de sustitución de harina de semilla de zapallo (*Cucurbita maxima*) y harina de chía (*Salvia hispanica L.*).

#### **3.5.2 Variables dependientes**

- Características tecnológicas (textura instrumental, volumen específico, colorimetría)
- Características sensoriales (sabor, color, olor, textura)
- Análisis químico-proximales (proteínas, grasas, fibra)

#### **3.5.3 Diseño estadístico**

Para poder procesar los datos obtenidos en laboratorio, se empleó el programa STATGRAPHICS Centurion XVII.I, con el fin de determinar la influencia de las variables independientes sobre las variables dependientes y el efecto de estas

variables en función de las características tecnológicas y sensoriales del pan de molde. Se desarrolló mediante un diseño compuesto central rotacional (DCCR)  $2^2$ . Este diseño nos proporciona un total de 11 pruebas de las cuales 4 son factoriales, 3 puntos centrales y 4 axiales.

**Tabla 8.** *Variables independientes del diseño compuesto central rotacional (DCCR)  $2^2$ .*

Variables independientes	Niveles				
	$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
% Harina de chía	5	5.7	7.5	9.3	10
% Harina de semilla de zapallo	10	10.7	12.5	14.3	15
$\alpha = 1.4142$					

**Tabla 9.** *Valores codificados y valores reales del diseño compuesto central rotacional (DCCR)  $2^2$ .*

Ensayo	Valores codificados		Valores reales	
	H. chía	H. semilla de zapallo	H. chía	H. semilla de zapallo
1	-1	-1	5,7	10,7
2	+1	-1	9,3	10,7
3	-1	+1	5,7	14,3
4	+1	+1	9,3	14,3
5	$-\alpha$	0	5,0	12,5
6	$\alpha$	0	10,0	12,5
7	0	$-\alpha$	7,5	10,0
8	0	$\alpha$	7,5	15,0
9	0	0	7,5	12,5
10	0	0	7,5	12,5
11	0	0	7,5	12,5

### 3.5.4 Formulación del pan de molde

La formulación estándar conforma los siguientes ingredientes que se representan en la tabla 15.

**Tabla 10.** *Formulación del pan de molde.*

INGREDIENTES	CANTIDAD (%)
Harina de trigo	100
Mejorador enzimático	1
Antimoho	0.3
Sal	2
Azúcar rubia	8
Agua	50
Levadura instantánea	2
Manteca vegetal	10
Emulsionante	1

Nota: Formula estándar empleada en la Planta Piloto Agroindustrial – UNS.

### 3.5.5 Método en la elaboración de pan de molde

El proceso para la producción del pan de molde se realizó en la Planta Piloto de la escuela de Ingeniería Agroindustrial, área de panificación -UNS.

#### **A. Recepción**

Recepción de materias primas e insumos:

- Harina de trigo, harina de semilla de zapallo, harina de chía.
- Mejorador enzimático, Antimoho, levadura, emulsionante.
- Sal, azúcar rubia, manteca vegetal.

#### **B. Pesado**

Se pesarán las materias primas e insumos de acuerdo a las diferentes formulaciones obtenidas del diseño estadístico.

### **C. Amasado y sobado**

Se utilizará una amasadora automática para mezclar los ingredientes por un tiempo aproximado de 5 min hasta integrar homogéneamente todos los ingredientes, después se procede con la etapa del sobado en donde se producirá el desenvolvimiento del gluten (punto liga), esto nos indicará que la masa ya está lista.

### **D. Boleado y moldeado**

Primero la masa se divide en porciones de 650 gr., luego se realizará el boleado que consiste en formar una esfera que se logra apretando la masa y aplicando un movimiento hacia adentro, se repetirá este proceso hasta obtener una esfera lisa y se deja reposar por 5 min. Utilizaremos un rodillo para extender la masa y la enrollaremos de manera que quepa en el molde untado de manteca vegetal.

### **E. Fermentación**

La masa en los moldes se colocará en la cámara de fermentación a una temperatura de 30°C y 70% de HR, el tiempo depende del desarrollo de la masa hasta alcanzar los  $\frac{3}{4}$  del molde.

### **F. Horneado**

Los moldes con la masa se colocarán en el horno rotatorio a una temperatura de 140°C por un tiempo de 45 min.

### **G. Enfriado**

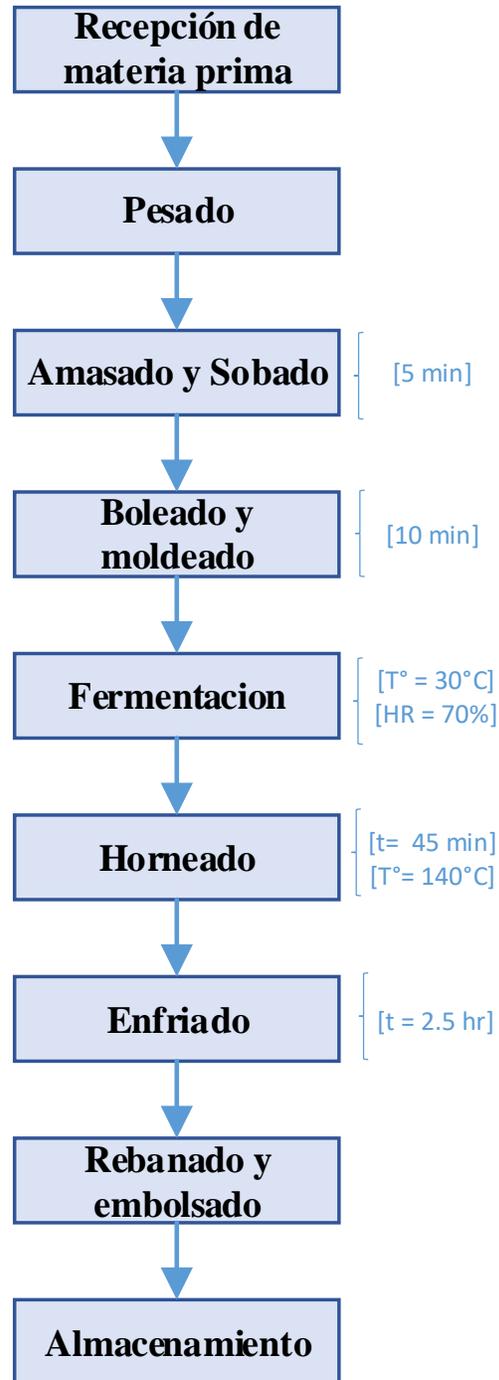
Se retiran los panes de los moldes y se colocan en un área seca, fresca y previamente desinfectada para evitar cualquier tipo de contaminación.

### **H. Rebanado y embolsado**

Para obtener los moldes característicos de este tipo de pan se utilizará una rebanadora y luego se embolsarán en bolsas de polipropileno de 9 x 20.

## I. Almacenamiento

Los panes elaborados se almacenaron en un ambiente fresco, limpio y con una temperatura ambiente.



**Figura 11.** *Flujograma para la elaboración de pan de molde.*

### **3.5.6 Caracterización de los panes de molde**

Las caracterizaciones de los panes de molde se darán mediante los siguientes análisis:

#### **a) Volumen específico**

Se empleó la metodología de desplazamiento de semilla de baja densidad (alpiste), después de 1 hora de haber horneado el pan. Se utilizó un recipiente de plástico, después se determinó el volumen desplazado de las semillas por medio de una probeta y se pesaron los panes, empleando la fórmula adecuada obtendremos el volumen específico. Como resultado final se promediaron el volumen de todas las repeticiones de dicho tratamiento. (Espinoza & Ludeña, 2018).

#### **b) Colorimetría de la corteza y miga**

Se emplea el sistema Cie-Lab, que define el color por medio de tres coordenadas L\* (luminosidad o claridad), a\* (+rojo/-verde) y b\* (+amarillo/-azul).

#### **c) Textura instrumental**

Correspondiente al grado de blandura o elasticidad, se emplea el equipo texturómetro de la marca BROOKFIELD.

#### **d) Análisis sensorial**

Se realizó a todas las formulaciones obtenidas mediante el diseño estadístico. La evaluación la realizaron un total de 30 panelistas no entrenados de diferentes edades y géneros, en su mayoría alumnado de

la UNS. Las características a evaluar fueron: sabor, color, olor, textura y aceptabilidad.

Las fichas de evaluación se realizaron teniendo en cuenta una escala hedónica de 7 puntos (1=me desagrada completamente, 7=me agrada completamente).

### **3.5.7 Evaluación del pan de molde de mejor aceptado y muestra control**

#### **3.5.7.1 Caracterización químico-proximal**

Los análisis se realizaron a la formulación mejor aceptada.

##### **a) Humedad**

Se utilizó el procedimiento para la determinación del contenido de humedad en harinas, establecido por la norma técnica peruana 205.037:1975 (Revisada el 2016).

##### **b) Proteína**

Método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 dic. 2006, COLECBIC S.A.C.

##### **c) Grasas**

Metodología de la Asociación oficial de Químicos analistas 963.15 2005, método Soxhlet.

##### **d) Cenizas**

Proceso establecido por la norma técnica ITINTEC NTP 205.038.1975 (Revisada el 2016), método de incineración.

##### **e) Fibra**

Método enzimático-gravimétrico AOAC 991.43 (Prosky et al., 1988).

**f) Carbohidratos**

Se obtuvo por el método de diferencia.

$$\% \text{ carbohidratos} = 100\% - (H + C + G + P)$$

Donde:

H = % humedad

C = % cenizas

G = % grasas

P = % proteínas

## IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 Análisis de las harinas (trigo, semilla de zapallo y chía).

#### 4.1.1 Características químico proximales.

##### a) HARINA DE TRIGO

La Tabla 16 muestra los resultados de los análisis realizados a 100 gr de materia seca de harina de trigo.

**Tabla 11.** *Caracterización químico-proximal de la Harina de trigo (100gr).*

Composición	Harina de trigo (%)
Humedad	11.55 ± 0.04
Proteínas	11.02 ± 0.05
Grasas	0.69 ± 0.02
Cenizas	1.02 ± 0.05
Carbohidratos	75.72 ± 0.16
Fibra	1.50 ± 0.22

La humedad obtenía del análisis de la harina de trigo tiene como resultado 11.55 ± 0.04 %, según la NTP 205.064:2015, (2015) menciona que, el porcentaje máximo de humedad en la harina de trigo no debe exceder el 15%.

La tabla peruana de composición de alimentos (MINSA, 2017) menciona un contenido de proteínas de 10.5 % para la harina de trigo, siendo un valor que se asemeja al obtenido que fue 11.02 ± 0.05 %, además el Codex Alimentario Standard 152-1985 señala que este porcentaje de proteínas no debe ser menor del 7%. El valor de la harina de trigo para los diferentes productos de panificación se mide según el contenido de proteínas, así que, si obtenemos un valor porcentual mayor nuestro producto resultante también será de mayor valor.

Con respecto al valor que se obtuvo en el análisis de cenizas siendo  $1.02 \pm 0.05$  %, este es un valor dentro de lo señalado en la NTP 205.064:2015 que señala como valor mínimo 0.76% y máximo 1.17 %. La grasa cruda determinada dio un valor de  $0.69 \pm 0.02$  %.

En la determinación de carbohidratos el valor es de 75.72 %, este valor se puede justificar con lo obtenido del autor Bilbao (2017) que menciona, que la harina de trigo contiene valores cercanos al 70%, además, este mismo autor hace referencia al contenido de fibra de la harina de trigo no debe exceder el 1.5%.

### b) HARINA DE SEMILLA DE ZAPALLO

La Tabla 17 muestra los resultados que se obtuvieron en los análisis realizados a 100 gr de materia seca de harina de semilla de zapallo.

**Tabla 12.** *Caracterización químico-proximal de la Harina de semilla de Zapallo (100gr).*

<b>Composición</b>	<b>Harina de semilla de zapallo (%)</b>
Humedad	$9.0 \pm 0.01$
Proteínas	$27.44 \pm 0.08$
Grasas	$25.49 \pm 0.13$
Cenizas	$4.75 \pm 0.05$
Carbohidratos	$33.32 \pm 0.27$
Fibra	$49.5 \pm 0.50$

En la tabla 17 observamos el análisis de humedad donde se tuvo como resultado un valor de  $9.0 \pm 0.1$  %, valor semejante a lo obtenido por Mendoza L. (2020) quien menciona que obtener un valor alrededor de 9.1% valor en el que se mantienen los niveles altos del aminoácido Cucurbitina que brinda propiedades vermífugas y tenífugas.

El análisis de proteína, grasas y ceniza demostró que la harina de semilla de zapallo tiene un 2.5 veces más de proteínas, 36.8 veces más de grasas (poliinsaturada) y 4.6 veces más del contenido de cenizas que la harina de trigo. Según, Codina et al. (2017) y Mironeasa et al. (2016) estas semillas deberían aplicarse en la industria alimentaria

ya que poseen un alto contenido de proteínas (37.8 % - 45.4 %), grasas (25.2 % - 37 %) y cenizas (4.6 % - 4.9%).

Con respecto a lo antes mencionado la harina de semilla de zapallo obtenida contiene un menor porcentaje de proteínas en comparación a distintas referencias que mencionan que se puede encontrar hasta un 3.8 veces más de proteínas en comparación a una harina de trigo premium. (Shevchenko & Galenko, 2022).

### c) HARINA DE CHIA

La tabla 18 muestra los resultados obtenidos en los análisis realizados a 100 gr de materia seca de harina de chía.

**Tabla 13.** *Caracterización químico-proximal de la Harina de Chía (100gr).*

<b>Composición</b>	<b>Harina de chía (%)</b>
Humedad	7.52 ± 0.15
Proteínas	16.35 ± 0.08
Grasas	31.51 ± 0.02
Cenizas	4.18 ± 0.02
Carbohidratos	40.44 ± 0.27
Fibra	28.08 ± 0.15

Los análisis proximales realizados a la harina de chía dieron como resultado un valor de humedad del  $7.52 \pm 0.15\%$ , este porcentaje esta entre 7.25% y 7.9% resultados reportador por Espinoza L., & Ludeña F. (2018) y Coccaro (2020) respectivamente.

Con respecto al porcentaje de proteínas encontrado en este estudio se obtuvo 16.35%, valor que concuerda con Cisternas et al. (2022) quien reporta un valor de 18.18%, sin embargo, en su trabajo realizado para una revista chilena menciona que este producto posee un alto contenido de proteínas (entre 16 – 26 %) en la cuales están incluidas algunos aminoácidos esenciales tales como leucina, arginina, fenilalanina, etc. El nivel proteico de la chía resulta más alto incluso que algunos cereales tradicionales tales como: trigo (10.5%), arroz (7.8%), maíz (6.7%), cebada (8.4%), y avena (13.7%) (MINSAL, 2018).

Los valores 31.51% y 4.18% representan el contenido graso y de cenizas respectivamente. Cisternas et al. (2022) menciona que, un 30% corresponde a los ácidos grasos poliinsaturados que a su vez el 60% de los ácidos grasos perteneces al grupo ALA y un 20% al grupo de ácidos linoleicos (C18:2n-6, LA). El valor elevado del porcentaje de contenido graso se debe a que se utilizaron granos enteros sin desgrasar para la obtención de la harina, por lo tanto, estos valores se asemejan a los de un grano entero.

El contenido de fibra dietaría es de 28.08%. El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA (2012) menciona un valor similar (28.32%) y reportan los parámetros de fibra de 23.81% - 32.84%. Según Xingú et al. (2017) en su estudio de la situación de la chía y sus tendencias futuras el nutriente de fibra dietética se encuentra entre los rangos de 18 y 30%. La fibra que se encuentra en la chía está compuesta principalmente por pectina, celulosa, polisacáridos, entre otros, además, la fibra dietaría total se encuentra compuesta por fibra soluble e insoluble los cuales para la chía se encuentran fraccionadas en 85-93% y 7-15% respectivamente. Cisternas et al. (2022).

## **4.2 Computo químico.**

También denominado score químico, tiene una función importante ya que se puede conocer la calidad de una proteína mediante su composición de los aminoácidos esenciales limitantes. Para calcular el computo químico de las diferentes formulaciones se utilizó como referencia el patrón de aminoácidos para adultos de la WHO/FAO/UNU 2007 (mg AA/g proteína).

La FAO/OMS recomienda que el score químico de aminoácidos no debe ser menor que el 70% de la muestra patrón. La tabla 19 muestra el computo químico de todas las formulaciones en la elaboración de pan de molde, se puede observar que la lisina es el aminoácido limitante ya que presenta valores por debajo del límite establecido por la FAO/OMS (70%) esto se puede deber a que el trigo tiene bajo contenido de lisina, mientras que los demás aminoácidos esenciales no presentan limitantes y exceden el 100%.

**Tabla 14.** *Cómputo Químico de las diferentes Formulaciones de Panes de Molde.*

	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>	<b>M7</b>	<b>M8</b>	<b>M9</b>	<b>M10</b>	<b>M11</b>
<b>Harina de Trigo</b>	83,5	80	80	76,4	82,5	77,5	82,5	77,5	80	80	80
<b>Harina de S. Zapallo</b>	10,7	10,7	14,3	14,3	12,5	12,5	10	15	12,5	12,5	12,5
<b>Harina de Chía</b>	5,7	9,3	5,7	9,3	5	10	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5

	<b>Patrón de aminoácido referencia (mg/g proteína)</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>	<b>M7</b>	<b>M8</b>	<b>M9</b>	<b>M10</b>	<b>M11</b>
<b>Isoleucina</b>	30	143,35	142,35	144,15	143,01	144,04	142,46	142,79	143,71	143,25	143,25	143,25
<b>Leucina</b>	59	104,20	104,23	104,64	104,57	104,48	104,39	104,20	104,67	104,44	104,44	104,44
<b>Lisina</b>	45	64,58	65,28	65,11	65,75	64,75	65,64	64,87	65,52	65,19	65,19	65,19
<b>Metionina+Cistina</b>	22	147,65	144,38	145,85	142,41	147,50	142,73	146,48	143,75	145,11	145,11	145,11
<b>Fenilalanina+Tirosina</b>	38	226,13	225,33	226,92	225,89	226,84	225,41	225,74	226,51	226,13	226,13	226,13
<b>Treonina</b>	23	127,99	128,63	128,52	129,04	128,22	128,93	128,29	128,86	128,58	128,58	128,58
<b>Triptofano</b>	6	192,99	193,73	190,61	191,15	191,79	192,54	193,96	190,38	192,17	192,17	192,17
<b>Valina</b>	39	119,51	120,30	119,84	120,51	119,61	120,53	119,92	120,22	120,07	120,07	120,07
<b>Histidina</b>	15	140,47	141,69	142,48	143,56	141,33	142,83	140,78	143,38	142,08	142,08	142,08

### 4.3 Análisis de calidad de los panes de molde.

#### 4.3.1 Análisis físico químico

##### 4.3.1.1 Volumen específico

Tabla 15. Resultado de volumen específico de las formulaciones.

Formulación	H. Chía	H. Semilla de Zapallo	% H. Chía	% H. Semilla de Zapallo	Volumen (ml)	Masa (g)	Volumen Especifico (cm <sup>3</sup> /g)
M1	-1	-1	5,7	10,7	2270	555	4,09
M2	1	-1	9,3	10,7	2460	582	4,23
M3	-1	1	5,7	14,3	2280	571	3,99
M4	1	1	9,3	14,3	2010	587	3,42
M5	- $\alpha$	0	5	12,5	2510	584	4,30
M6	$\alpha$	0	10	12,5	2250	589	3,82
M7	0	- $\alpha$	7,5	10	2510	587	4,28
M8	0	$\alpha$	7,5	15	1530	591	2,59
M9	0	0	7,5	12,5	1520	585	2,60
M10	0	0	7,5	12,5	1522	588	2,59
M11	0	0	7,5	12,5	1518	586	2,59
M 12 (Control)	-	-	-	-	2410	556	<b>4,33</b>

Se realizó el análisis de volumen específico a todas las formulaciones (11 muestras) incluida una muestra control de pan de molde en estudio, se empleó el método de desplazamiento de semilla de baja densidad.

La Tabla 20 muestra los resultados obtenidos, en los cuales se encuentran los valores de 2.59 y 4.33 como los valores mínimo y máximo respectivamente. Una sustitución parcial de la harina de trigo por harina de semilla de zapallo y harina de chía causa un efecto en las diferentes formulaciones de la masa panadera y uno de los cambios que se observó es en el volumen específico (relación entre el alto y ancho).

**Tabla 16.** *Análisis de Varianza del volumen específico.*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
A: % Harina de Chía	0,152823	1	0,152823	2,27	0,1920
B: % Harina S. Zapallo	1,33841	1	1,33841	19,91	0,0066
AA	3,44183	1	3,44183	51,20	0,0008
AB	0,124433	1	0,124433	1,85	0,2318
BB	1,21374	1	1,21374	18,06	0,0081
Error total	0,336104	5	0,0672208		
Total (corr.)	5,7682	10			

A= %Harina de Chía, B= %Harina de Semilla de Zapallo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

R-cuadrada = 94,1732 %

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 88,3463 %

Error estándar del est. = 0,25927

Error absoluto medio = 0,131679

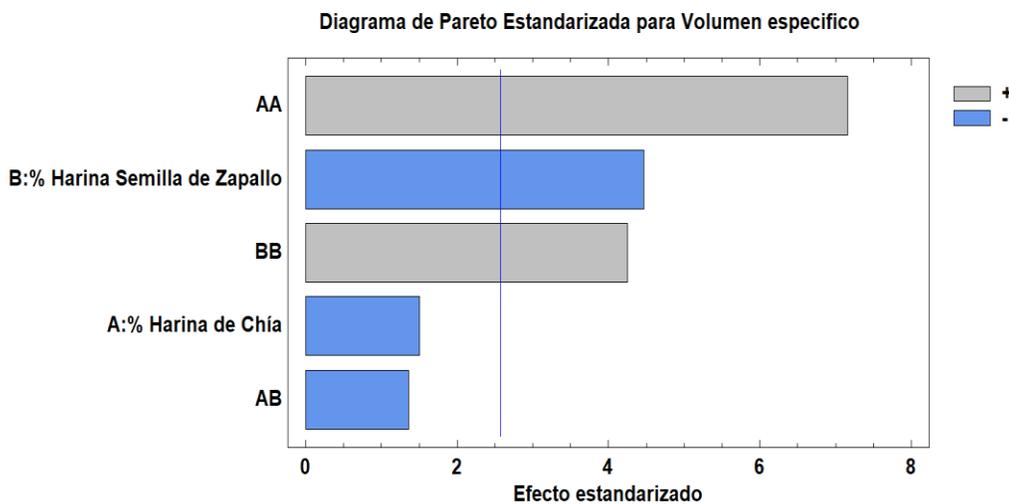
Estadístico Durbin-Watson = 2,15895 (P=0,7301)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,0794786

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Volumen específico en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 3 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

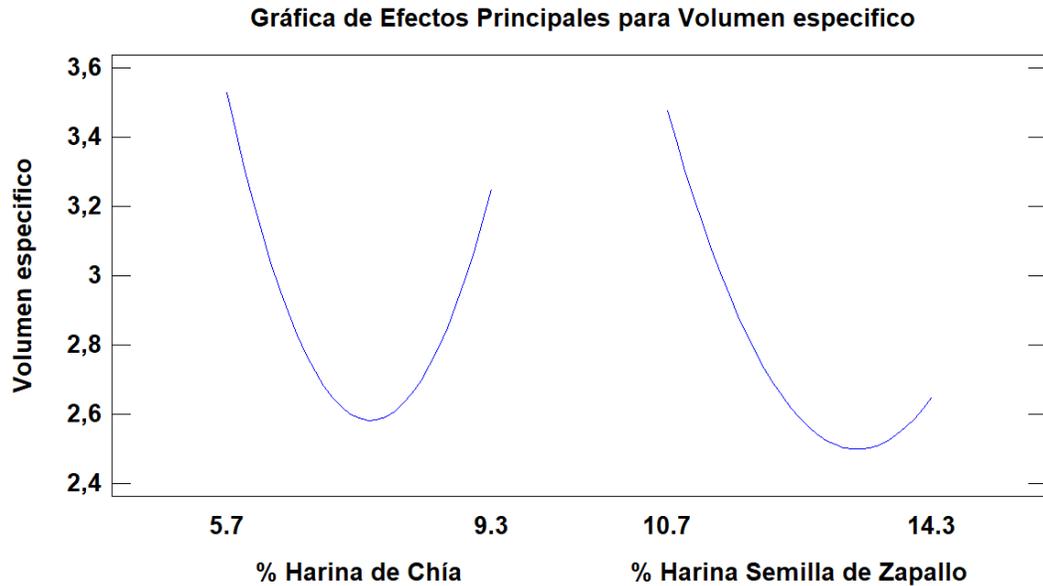
El estadístico R-cuadrada del modelo con un valor de 94,1732% explica la variabilidad en el Volumen Especifico. El estadístico R-cuadrada ajustada, siendo el más adecuado para comparar modelos que cuentan con diferentes números de variables independientes, siendo para este caso 88,3463 %. El error estándar del est. Muestra un valor de 0,25927 para la desviación estándar de los residuos.

El coeficiente  $R^2$  abarca entre los valores del 0 al 1, esto quiere decir que mientras el valor se encuentre más cerca a la unidad el modelo proporcionara un buen ajuste.



**Figura 12.** *Diagrama de Pareto de el Volumen específico de las formulaciones.*

En la Grafica 1 se puede observar los estimados en orden decreciente según la importancia y el impacto que tienen en el volumen especifico. Además, mientras la barra se encuentre más alejado de la línea vertical corresponde a efectos que son estadísticamente significativos con un nivel de confianza del 95%, en este caso se encuentran 3 efectos significativos.



**Figura 13.** Gráfica de efectos principales para Volumen específico.

En la gráfica 2 se muestran los efectos de las diferentes formulaciones con respecto al volumen específico, en este caso se puede observar una tendencia cuadrática y se podría decir que a una menor sustitución de harina de semilla de zapallo y semilla de chía se obtendrá un mayor volumen específico.

**Tabla 17.** Coeficiente de regresión para el Volumen Específico.

<b>Coefficiente</b>	<b>Estimado</b>
constante	37,7176
A:% Harina de Chía	-3,09929
B:% Harina Semilla de Zapallo	-3,48525
AA	0,246818
AB	-0,0544367
BB	0,14657

El valor del coeficiente estadístico  $R^2$  de este diseño experimental fue de 94,1732 %, este valor indica el buen ajuste en la recta de regresión y se procese a construir de maneja segura el grafico de superficie de respuesta como también el grafico de contornos.

Los valores de las variables están especificados en sus unidades originales. La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos, por lo tanto, la ecuación del modelo ajustado queda representada mediante la siguiente fórmula:

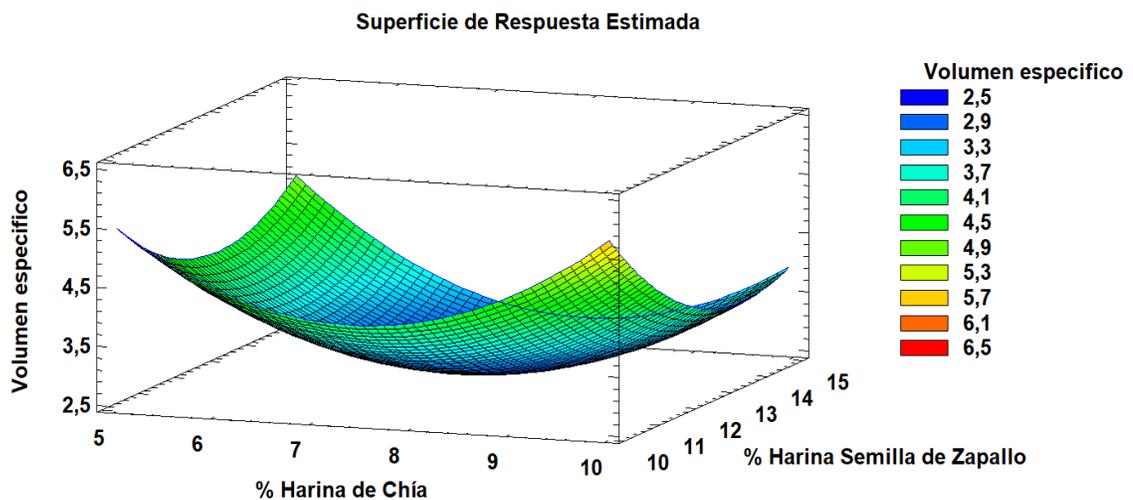
$$Vol. Esp = 37,7176 - 3,09929X_1 - 3,48525X_2 + 0,246818X_1^2 - 0,0544367X_1 * X_2 + 0,14657X_2^2$$

**Donde:**

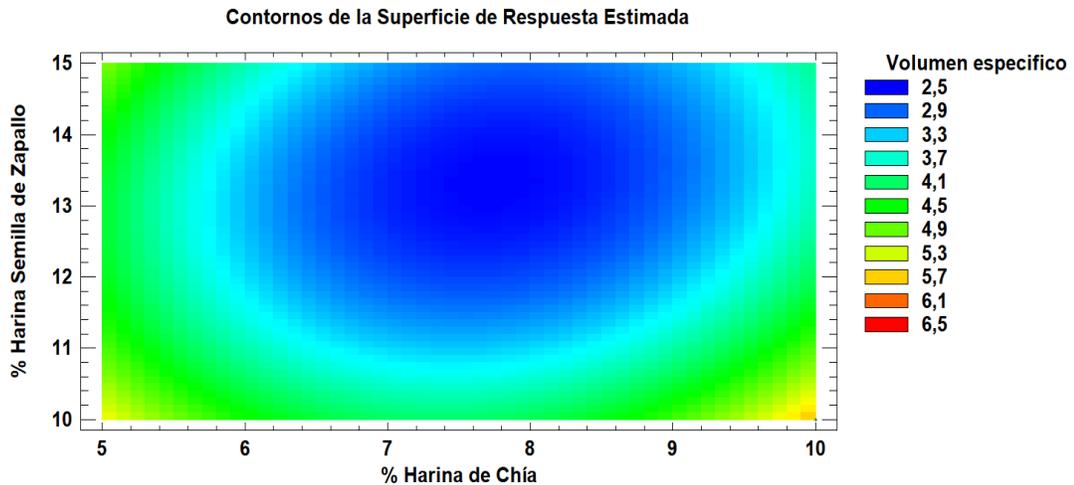
X<sub>1</sub>: % Harina de Chía

X<sub>2</sub>: % Harina Semilla de Zapallo

X<sub>1</sub> X<sub>2</sub>: Interacción entre % H. de Chía y % H. Semilla de Zapallo



**Figura 14.** *Grafica de superficie de respuesta del volumen específico de las formulaciones.*



**Figura 15.** *Grafica de contornos del volumen específico de las formulaciones.*

Al analizar la superficie de respuesta y de contornos en los gráficos 3 y 4 respectivamente, se puede observar que las formulaciones de harina de semilla de zapallo entre 11% y 15% junto con harina de chía entre 6% y 9.5% se obtendrán panes de molde con un volumen específico bajo. Sin embargo, con una sustitución de harina de semilla de zapallo no mayor al 10% se obtendrán valores para el volumen específico más alto. Cumpliendo con esta premisa, la formulación M7 que emplea una sustitución de 10% de harina de semilla de zapallo y 7,5% de harina de chía estaría cumpliendo con lo antes mencionado.

El modelo matemático permite determinar una formulación que contenga el volumen específico más alto, mientras que analizando los gráficos de superficie de respuesta y de contornos estos no muestran valores exactos, pero sí intervalos altos y bajos para la determinación de volumen específico.

#### 4.3.1.2 Textura instrumental

**Tabla 18.** *Resultado de la textura instrumental de las formulaciones.*

Formulación	H. Chía	H. S. Zapallo	% H. Chía	% H. Semilla Zapallo	Masticabilidad (mJ)
<b>M1</b>	-1	-1	5,7	10,7	26,87
<b>M2</b>	1	-1	9,3	10,7	39,33
<b>M3</b>	-1	1	5,7	14,3	27,21
<b>M4</b>	1	1	9,3	14,3	55,02
<b>M5</b>	- $\alpha$	0	5	12,5	21,05
<b>M6</b>	$\alpha$	0	10	12,5	43,86
<b>M7</b>	0	- $\alpha$	7,5	10	29,27
<b>M8</b>	0	$\alpha$	7,5	15	68,98
<b>M9</b>	0	0	7,5	12,5	54,22
<b>M10</b>	0	0	7,5	12,5	53,97
<b>M11</b>	0	0	7,5	12,5	54,48
<b>(Control)</b>	-	-	-	-	<b>33,27</b>

Según la UNE 87001-94 (1994, como se citó en, Talens P.,2017) menciona que la masticabilidad está relacionada con la cohesión y el número necesario de masticaciones para que pueda ser tragada. El método de Análisis de perfil de textura (TPA) describe a la masticabilidad como a la energía necesaria para masticar un alimento solido hasta que esté listo para tragar y se calcula multiplicando los valores de dureza, cohesividad y esponjosidad o estalicidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 23, se observa los valores obtenidos en el análisis instrumental de textura de todas las 11 formulaciones de pan de molde con valores entre 21.05 mJ (M5) y 55.02 mJ (M4) que corresponden al valor mínimo y máximo respectivamente. Además, se incluyó una muestra control con un valor de 33.27 mJ, siendo la formulación M5 con 29.27mJ con el valor más cercano.

**Tabla 19.** *Análisis de Varianza del volumen específico.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:% Harina de Chía	658,802	1	658,802	14,06	0,0133
B:% Harina S. de Zapallo	644,817	1	644,817	13,76	0,0139
AA	794,359	1	794,359	16,95	0,0092
AB	58,9056	1	58,9056	1,26	0,3132
BB	66,1989	1	66,1989	1,41	0,2880
Error total	234,337	5	46,8674		
Total (corr.)	2391,34	10			

A= %Harina de Chía, B= %Harina de Semilla de Zapallo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

R-cuadrada = 90,2006 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 80,4012 porciento

Error estándar del est. = 6,84598

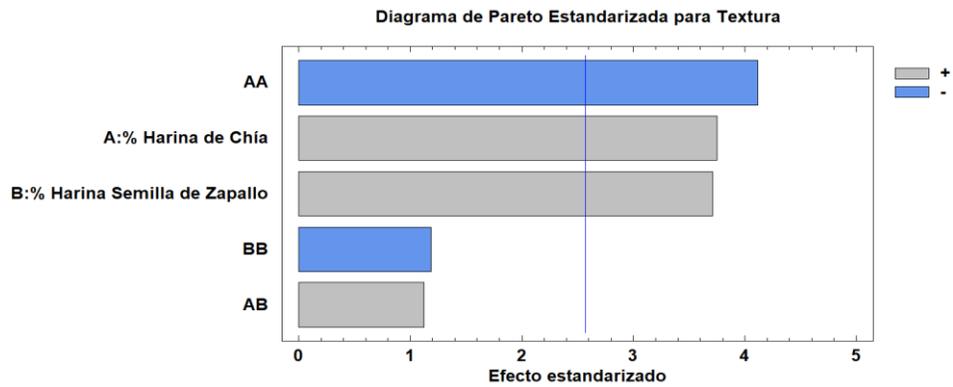
Error absoluto medio = 3,50214

Estadístico Durbin-Watson = 2,27664 (P=0,7812)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,13862

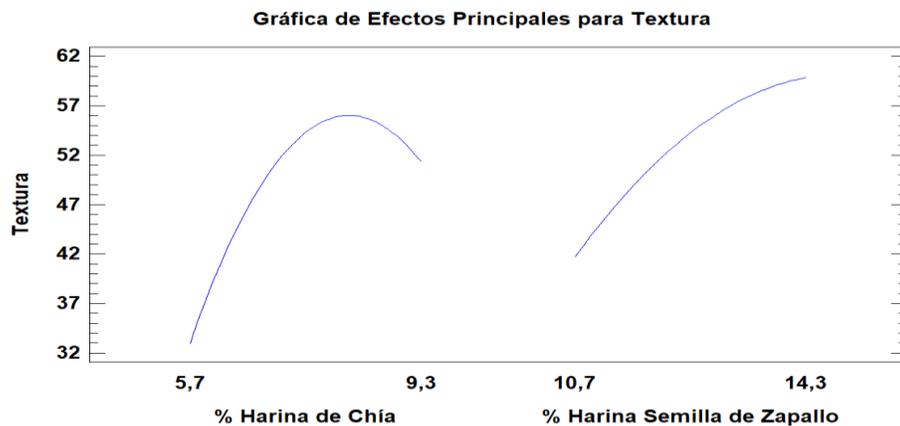
La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Textura en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 3 efectos tienen una valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-cuadrada del moldeo con un valor de 90,2006 % explica la variabilidad en el Volumen Especifico. El estadístico R-cuadrada ajustada, siendo el más adecuado para comparar modelos que cuentan con diferentes números de variables independientes, siendo para este caso 80,4012 %. El error estándar del est. Muestra un valor de 6,84598 para la desviación estándar de los residuos.



**Figura 16.** *Diagrama de Pareto de la Textura de las formulaciones.*

En la Grafica 5 se puede observar los estimados en orden decreciente según la importancia y el impacto que tienen en el volumen específico. Además, mientras la barra se encuentre más alejado de la línea vertical corresponde a efectos que son estadísticamente significativos con un nivel de confianza del 95%, en este caso se encuentran 3 efectos significativos, la interacción de % de harina de chíá entre sí, la variable % de harina de chíá y % de harina de semilla de zapallo.



**Figura 17.** *Gráfica de efectos principales para la Textura instrumental.*

La grafica 6 muestra los efectos de los dos tipos de harinas empleadas en las formulaciones con respecto a la textura del pan de molde. Se puede observar un efecto positivo al incrementar el nivel de sustitución de harina de semilla de zapallo mientras que la harina de chíá tiene un efecto similar, pero con una tendencia a disminuir mientras el porcentaje de sustitución aumente.

**Tabla 20.** *Coefficiente de regresión para la textura instrumental.*

<b>Coefficiente</b>	<b>Estimado</b>
constante	-315,771
A:% Harina de Chía	46,5264
B:% Harina Semilla de Zapallo	23,2107
AA	-3,74965
AB	1,18441
BB	-1,08245

El valor del coeficiente estadístico  $R^2$  para este diseño experimental fue de 90,2006 % este valor indica el buen ajuste en la recta de regresión y se procesa a construir de maneja segura el grafico de superficie de respuesta como también el grafico de contornos.

Los valores de las variables están especificados en sus unidades originales. La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos, por lo tanto, la ecuación del modelo ajustado queda representada mediante la siguiente formula:

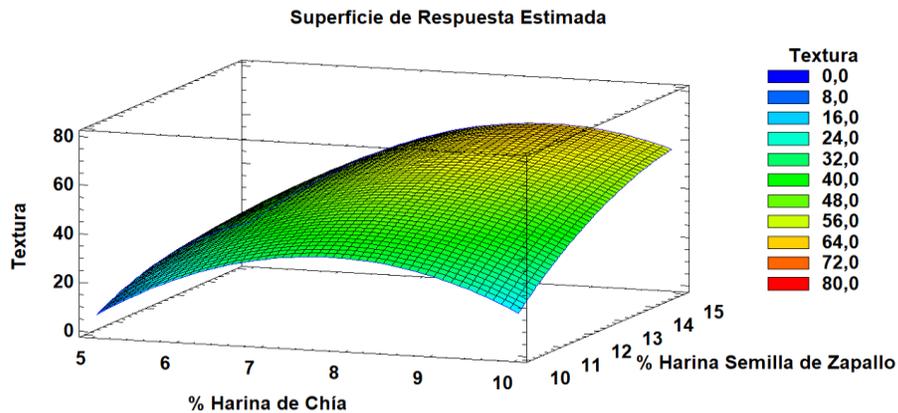
$$Tex. = -315,771 + 46,5264X_1 + 23,2107X_2 - 3,74965X_1^2 + 1,18441X_1 * X_2 - 1,08245X_2^2$$

**Donde:**

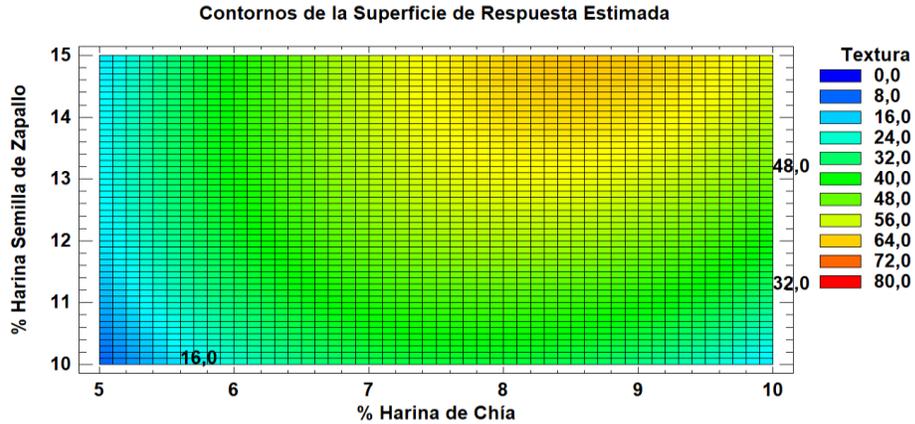
$X_1$ : % Harina de Chía

$X_2$ : % Harina Semilla de Zapallo

$X_1 X_2$ : Interacción entre % H. de Chía y % H. Semilla de Zapallo



**Figura 18.** *Grafica de superficie de respuesta de la textura instrumental de las formulaciones.*



**Figura 19.** *Grafica de contornos de la textura instrumental de las formulaciones.*

Los gráficos 7 y 8 muestran como cada tipo de harina utilizado en la sustitución parcial afectan a la calidad del pan de molde y sus parámetros técnicos y darle esa característica propia que define al producto.

El pan de molde se caracteriza por tener una textura blanda, por lo tanto, entre lo aceptable para este producto y para que la textura del pan sea similar a la muestra control esta debería estar entre los intervalos de 7 % a 9 % de harina de chía y 10 % a 11% de harina de semilla de zapallo. La formulación que se encuentra dentro de este parámetro además de tener una textura similar al de la muestra control con un valor de 33,27 mJ de masticabilidad es las muestra M7 conformada por 7.5% de harina de chía y 10% de harina de semilla de zapallo con un valor de 29,27 mJ.

#### 4.3.1.3 Colorimetría.

Existen muchos factores que influyen en el color de los productos de panificación tales como el tipo de harina, punto de fermentación, ingredientes, el tipo de cocción, tipo de horno, entre otros, al tener en cuenta estas características obtendremos un pan con un buen aspecto visual tanto en la miga como en la corteza. (Barriga & Callejo, 2017)

La tabla 26 y 31 muestran los resultados obtenidos del color de la corteza y la miga respectivamente, mediante el sistema de colorimetría Cie LCH que define el color por medio de tres coordenadas L\*, C\* y h\*, siendo L\* el parámetro que representa la claridad o luminosidad del color que va desde 0 (negro) a 100 (blanco), C\* hace referencia a la cromaticidad (saturación de color) mientras que h\* representa la tonalidad o ángulo de matiz.

Este sistema de color Cie LCH es similar al Cie LAB ya que utilizan el mismo diagrama de colores, pero trabaja con coordenadas cilíndricas en vez de coordenadas rectangulares por lo que los valores de C\* y h\* con equivalentes a las coordenadas cilíndricas polares de a\* y b\* respectivamente. (Konica Minolta, 2016). Actualmente es común utilizar el sistema Cie LCH ya que tiene una buena relación con respecto a cómo el humano percibe los colores y es tan usado como el método CIE Lab.

Es posible calcular las coordenadas C\* y h\* a partir de los valores a\* y b\* mediante las siguientes formulas. (A. López & A. R. Di Sarli, 2016).

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$h^* = \arctg \frac{b^*}{a^*}$$

#### 4.3.1.3.1 Colorimetría de la corteza

**Tabla 21.** *Colorimetría de la corteza de los panes de molde.*

Formulación	H. Chía	H. S. Zapallo	H. Chía	H. S. Zapallo	L*	a*	b*	C*	h*
<b>M1</b>	-1	-1	5,7	10,7	61,55 ± 0,8	12,87 ± 0,5	34,32 ± 0,6	36,65 ± 0,4	66,70 ± 0,9
<b>M2</b>	1	-1	9,3	10,7	55,68 ± 1,4	14,09 ± 0,5	30,73 ± 1,2	33,81 ± 1,0	69,45 ± 1,2
<b>M3</b>	-1	1	5,7	14,3	63,87 ± 1,5	10,75 ± 1,0	31,99 ± 1,4	33,74 ± 0,8	65,36 ± 0,9
<b>M4</b>	1	1	9,3	14,3	61,68 ± 0,5	11,74 ± 0,7	32,98 ± 0,1	35,01 ± 0,3	71,43 ± 0,9
<b>M5</b>	-α	0	5,0	12,5	69,34 ± 1,1	9,32 ± 1,3	34,23 ± 1,1	35,48 ± 1,2	70,40 ± 0,9
<b>M6</b>	α	0	10,0	12,5	59,08 ± 0,8	13,49 ± 1,0	32,74 ± 1,4	35,41 ± 1,6	66,07 ± 1,1
<b>M7</b>	0	-α	7,5	10,0	65,34 ± 1,0	11,74 ± 1,2	34,07 ± 1,5	36,03 ± 1,0	74,76 ± 1,0
<b>M8</b>	0	α	7,5	15,0	54,87 ± 0,8	14,20 ± 1,0	31,94 ± 1,4	34,96 ± 0,8	67,61 ± 0,9
<b>M9</b>	0	0	7,5	12,5	53,70 ± 0,9	13,27 ± 0,5	29,90 ± 0,2	32,71 ± 0,4	70,99 ± 0,4
<b>M10</b>	0	0	7,5	12,5	54,15 ± 0,5	13,35 ± 0,7	29,17 ± 0,8	32,08 ± 0,7	66,03 ± 1,2
<b>M11</b>	0	0	7,5	12,5	53,10 ± 0,6	12,97 ± 0,6	30,12 ± 0,1	32,79 ± 0,8	65,41 ± 0,2
<b>Control)</b>	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>65,61 ± 0,2</b>	<b>12,07 ± 0,6</b>	<b>32,74 ± 0,6</b>	<b>34,89 ± 0,8</b>	<b>66,70 ± 0,6</b>

- **Luminosidad**

La luminosidad es el término utilizado para describir que tan oscuro o claro es un color (Cantu,2018). En la tabla 26 se encuentran los valores de luminosidad ( $L^*$ ) de todas las formulaciones incluida la de la muestra control, estos valores varían de 53.10 hasta 69.34 valores que pertenecen a las formulaciones M11 (7.5% de harina de chía y 12.5% de harina de semilla de zapallo) y M5 (5% de harina de chía y 12.5% de harina de semilla de zapallo) respectivamente. El valor de la muestra control es del 65.61 con una tendencia semi clara en la corteza del pan de molde, se debe tener en cuenta la escala de 0 (negro) y 100 (blanco) siendo entre todas las formulaciones la prueba M7 con un valor de 65.34 las que más se asemeja.

**Tabla 22.** *Análisis de Varianza de la Luminosidad de la corteza.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:% Harina de Chía	63,2844	1	63,2844	3,99	0,1022
B:% Harina S. de Zapallo	4,94191	1	4,94191	0,31	0,6008
AA	134,212	1	134,212	8,46	0,0334
AB	3,36723	1	3,36723	0,21	0,6643
BB	44,1976	1	44,1976	2,79	0,1559
Error total	79,2928	5	15,8586		
Total (corr.)	297,922	10			

A= %Harina de Chía, B= %Harina de Semilla de Zapallo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

R-cuadrada = 73,3847 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 46,7695 por ciento

Error estándar del est. = 3,98228

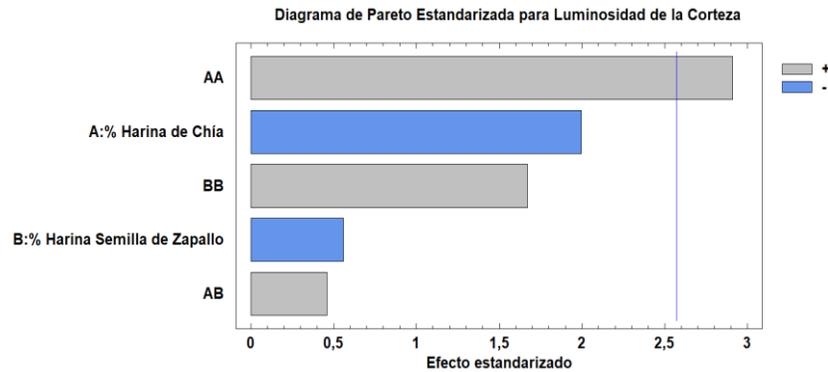
Error absoluto medio = 2,10767

Estadístico Durbin-Watson = 2,09605 (P=0,7008)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,051556

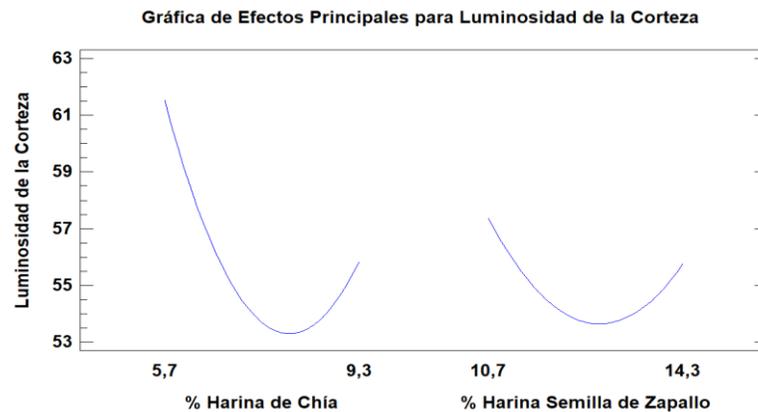
El estadístico R-cuadrada del moldeo con un valor de 73,3847% explica la variabilidad en el Volumen Especifico. El estadístico R-cuadrada ajustada, siendo el más adecuado para comparar modelos que cuentan con diferentes

números de variables independientes, siendo para este caso 46,7695 %. El error estándar del est. Muestra un valor de 3,98228 para la desviación estándar de los residuos.



**Figura 20.** *Diagrama de Pareto de la Luminosidad de la corteza.*

En la gráfica 9 se puede observar como la interacción de % de harina de chíá entre sí, tiene un efecto significativo ( $p > 0.05$ ) en la determinación de la luminosidad de la corteza del pan de molde.



**Figura 21.** *Gráfica de efectos principales para la Luminosidad de la corteza.*

Al analizar el grafico10 de los efectos principales se puede observar que él % de sustitución de harina de chíá tiene un efecto más relevante que la sustitución de harina de semilla de zapallo con respecto a la luminosidad de la corteza del pan, siendo la corteza de un color más claro conforme la

sustitución sea menor y más oscura mientras la sustitución del % de harina de chíá vaya incrementando.

**Tabla 23.** *Coefficiente de regresión para la Luminosidad de la corteza.*

<b>Coefficiente</b>	<b>Estimado</b>
constante	322,466
A:% Harina de Chíá	-28,2353
B:% Harina Semilla de Zapallo	-24,6761
AA	1,54127
AB	0,283179
BB	0,884467

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos, por lo tanto, la ecuación del modelo ajustado queda representada mediante la siguiente formula:

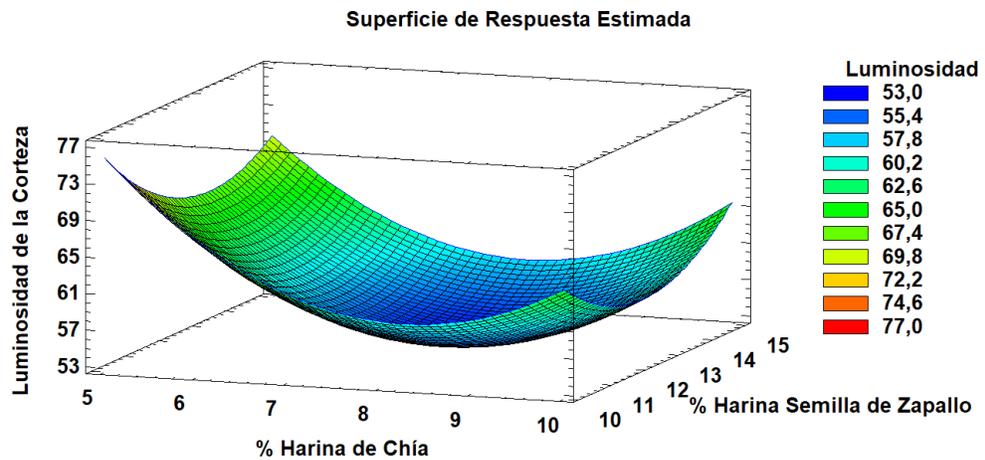
$$L * Corteza. = 322,466 - 28,2353X_1 - 24,6761X_2 + 1.54127X_1^2 + 0.283179X_1 * X_2 + 0.884467X_2^2$$

**Donde:**

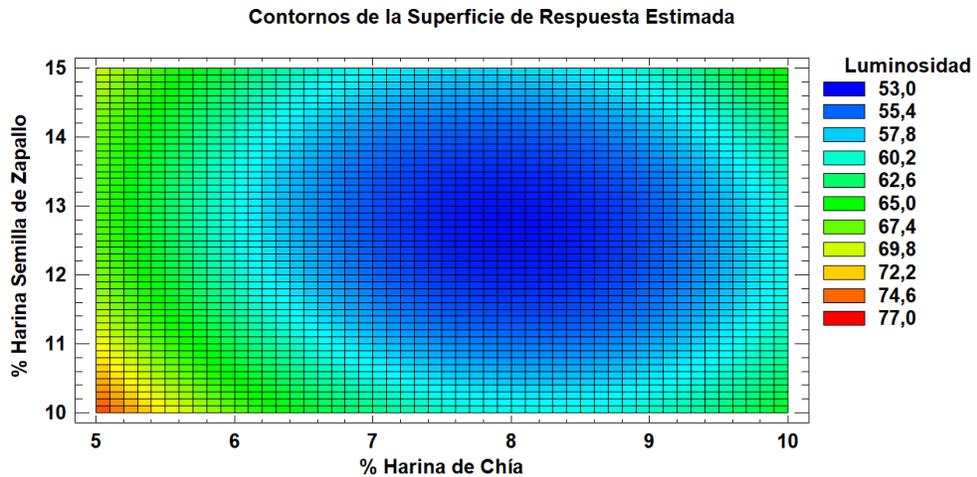
X<sub>1</sub>: % Harina de Chíá

X<sub>2</sub>: % Harina Semilla de Zapallo

X<sub>1</sub> X<sub>2</sub>: Interacción entre % H. de Chíá y % H. Semilla de Zapallo



**Figura 22.** *Grafica de superficie de respuesta de la Luminosidad de la corteza de las formulaciones.*



**Figura 23.** *Grafica de contornos de la Luminosidad de la corteza de las formulaciones.*

En los gráficos 11 y 12 se muestra la influencia que tienen cada tipo de harina con respecto al parámetro de luminosidad ( $L^*$ ) en los panes de molde que se elaboraron. El color de la corteza del pan de molde deriva de los diferentes tonos del dorado que se obtiene por la reacción de Maillard.

En los gráficos se puede observar que a medida que aumenta los porcentajes de harina de chía la luminosidad de la corteza del pan de molde disminuye teniendo un mayor impacto en el parámetro  $L^*$  con respecto al porcentaje de harina de semilla de zapallo. Entre lo aceptable para este producto y para que la luminosidad del pan sea similar a la muestra control esta debería estar entre los intervalos de 5 a 5.5% de harina de chía y 12 % a 14% de harina de semilla de zapallo. La formulación que se encuentra dentro de estos intervalos además de tener un valor  $L^*$  similar al de la muestra control con un valor de 65.61 de luminosidad es las muestra M5 conformada por 5% de harina de chía y 12.5% de harina de semilla de zapallo con un valor de  $L^*$  de 69.34.

- **Cromaticidad**

El código C\* representa la cromaticidad que hace referencia a la pureza, saturación o calidad del color, los valores de cromaticidad (C\*) que se encuentran en la tabla 26 muestra todas las formulaciones incluida la de la muestra control varían que varía de 32.08 hasta 36.65 valores que pertenecen a las formulaciones M10 (7.5% de harina de chía y 12.5% de harina de semilla de zapallo) y M1 (5.7% de harina de chía y 10.7% de harina de semilla de zapallo) respectivamente. El valor de la muestra control es de 34.89.

**Tabla 24.** *Análisis de Varianza de la Cromaticidad de la corteza.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:% Harina de Chía	0,353731	1	0,353731	1,02	0,3584
B:% Harina S. de Zapallo	1,29996	1	1,29996	3,76	0,1103
AA	9,1317	1	9,1317	26,39	0,0037
AB	4,22302	1	4,22302	12,20	0,0174
BB	9,49874	1	9,49874	27,45	0,0034
Error total	1,73021	5	0,346042		
Total (corr.)	22,1993	10			

A= %Harina de Chía, B= %Harina de Semilla de Zapallo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

R-cuadrada = 92,206 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 84,412 porciento

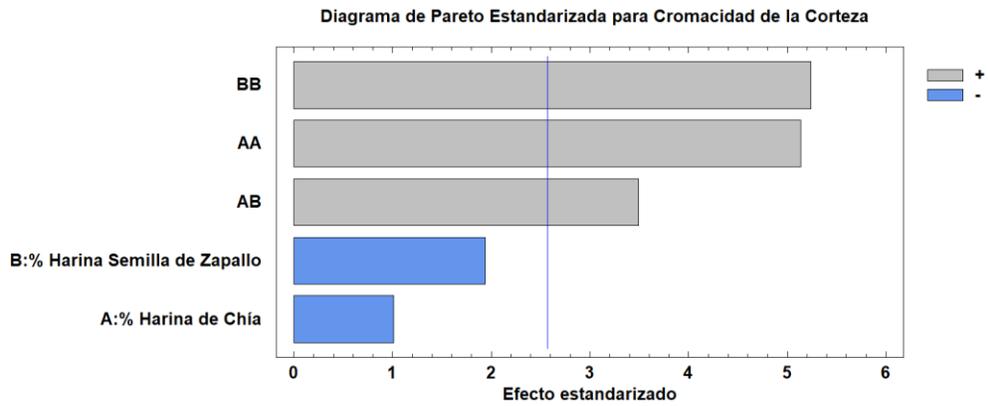
Error estándar del est. = 0,588253

Error absoluto medio = 0,356232

Estadístico Durbin-Watson = 1,28324 (P=0,2690)

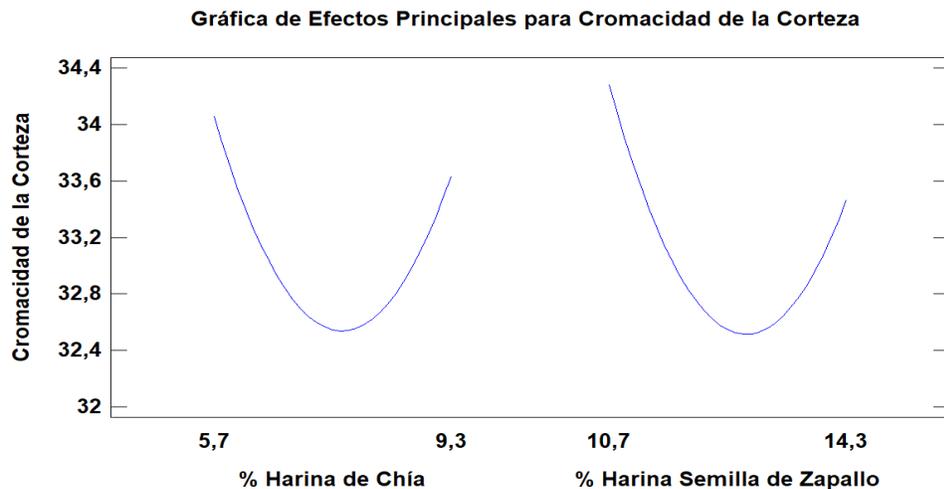
Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,278549

El estadístico R-cuadrada del moldeo con un valor de 92,206 % explica la variabilidad en el Volumen Especifico. El estadístico R-cuadrada ajustada, siendo el más adecuado para comparar modelos que cuentan con diferentes números de variables independientes, siendo para este caso 84,412 %. El error estándar del est. Muestra un valor de 0,588253 para la desviación estándar de los residuos.



**Figura 24.** *Diagrama de Pareto Estandarizado para la Cromacidad de la corteza.*

En la gráfica 13 se puede observar que hay 3 efectos significativos ( $p > 0.05$ ) en la determinación de la cromacidad de la corteza del pan de molde, tales como, la interacción de % de harina de chía entre sí, la interacción de % de harina de zapallo entre sí y la interacción de % de harina de chía y % de harina de zapallo.



**Figura 25.** *Gráfica de efectos principales para la Cromacidad de la corteza.*

El gráfico 14 de los efectos principales se puede observar que tanto la sustitución de harina de chía como la harina de semilla de zapallo presentan un efecto negativo en la cromaticidad.

**Tabla 25.** Coeficiente de regresión para la Cromaticidad de la corteza.

<b>Coefficiente</b>	<b>Estimado</b>
constante	152,666
A:% Harina de Chía	-10,1124
B:% Harina Semilla de Zapallo	-12,8552
AA	0,40203
AB	0,31713
BB	0,41003

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos, por lo tanto, la ecuación del modelo ajustado queda representada mediante la siguiente formula:

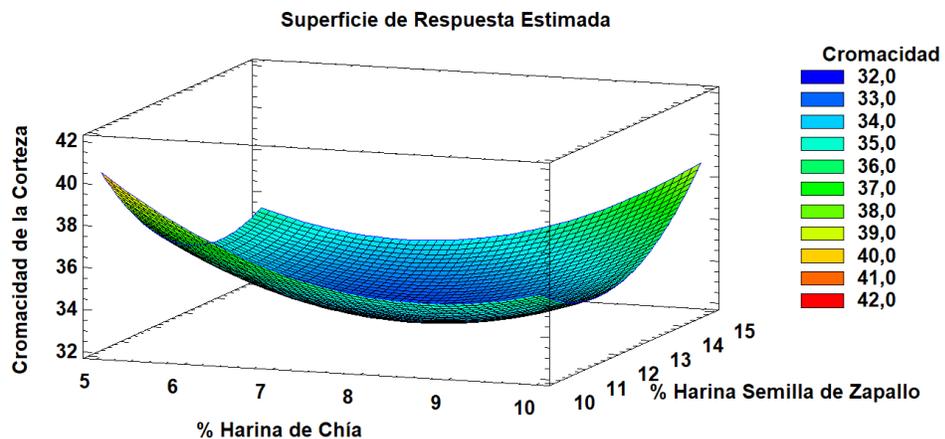
$$C^*Corteza. = 152,666 - 10,1124X_1 - 12,8552X_2 + 0,40203X_1^2 + 0,31713X_1 * X_2 + 0,41003X_2^2$$

**Donde:**

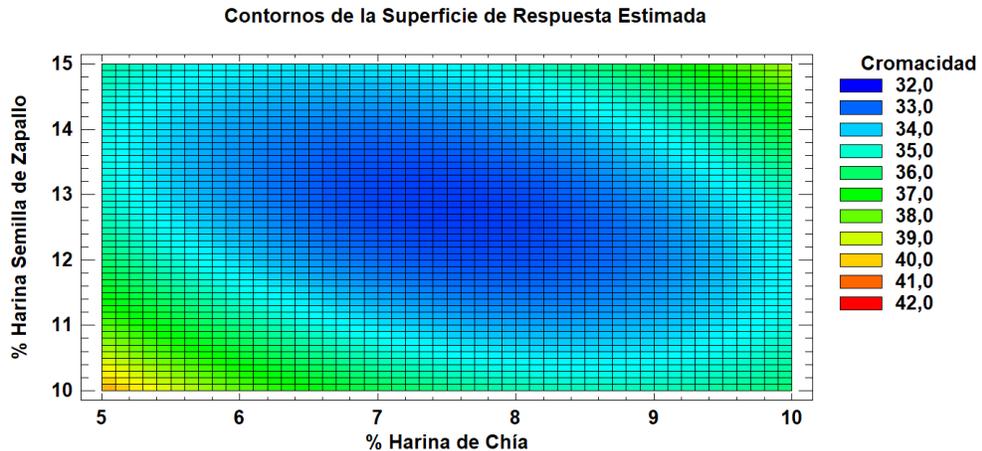
X<sub>1</sub>: % Harina de Chía

X<sub>2</sub>: % Harina Semilla de Zapallo

X<sub>1</sub> X<sub>2</sub>: Interacción entre % H. de Chía y % H. Semilla de Zapallo



**Figura 26.** Grafica de superficie de respuesta de la Cromaticidad de la corteza de las formulaciones.



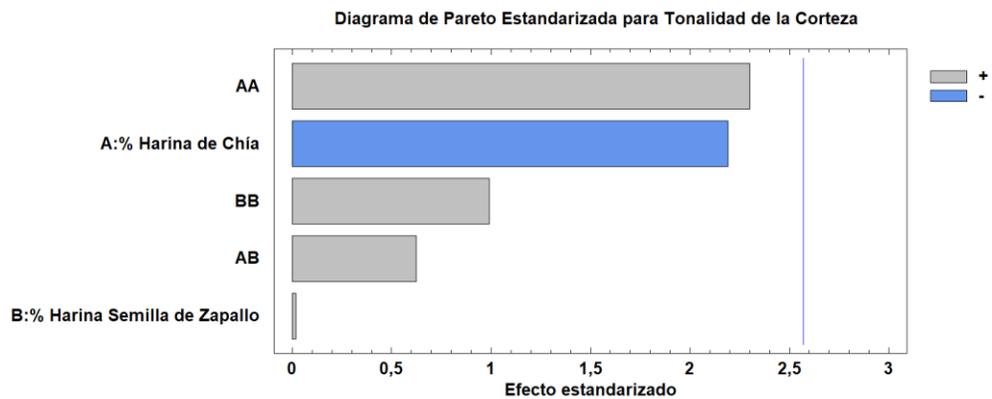
**Figura 27.** *Grafica de contornos de la Cromaticidad de la corteza de las formulaciones.*

Los gráficos 15 y 16 se muestra la influencia que tienen cada tipo de harina con respecto al parámetro de cromaticidad ( $C^*$ ) en los panes de molde que se elaboraron. Este parámetro también se puede definir como la saturación de color o la falta de mezcla con blanco.

En este caso se puede observar en las gráficas que mientras la sustitución parcial contenga un menor porcentaje de harina de chía y harina de semilla de zapallo aumentara la cromaticidad en los panes de molde elaborados, sin embargo, la muestra control tuvo como resultado un valor de 34.89 para la cromaticidad. Para que la luminosidad del pan sea similar a la muestra control esta debería estar entre los intervalos de 7.5 a 8.5% de harina de chía y 10 % a 11% de harina de semilla de zapallo. La formulación que se encuentra dentro de estos intervalos además de tener un valor  $C^*$  similar al de la muestra control es las muestra M7 conformada por 7.5% de harina de chía y 10% de harina de semilla de zapallo con un valor de  $C^*$  de 36.03.

- **Angulo de tonalidad**

La tonalidad se representa con el código “h”, este valor representa el ángulo que se expresa en grados al momento de determinar un color en la rueda de colores. Los valores de tonalidad (h\*) de todas las formulaciones incluida la muestra control, varían desde 65.36 hasta 74.76 valores que pertenecen a las formulaciones M3 (5.7% de harina de chía y 14.3% de harina de semilla de zapallo) y M7 (7.5% de harina de chía y 10% de harina de semilla de zapallo) respectivamente. El valor de la muestra control es de 66.70.



**Figura 28.** *Diagrama de Pareto Estandarizado para la Tonalidad de la corteza.*

En la gráfica 17 se puede observar que no hay efectos significativos ( $p > 0.05$ ) en la determinación de la tonalidad de la corteza del pan de molde.

El ángulo de tonalidad de la corteza del pan de molde no resultó estadísticamente significativo, se encontraron datos relativamente bajos en el  $R^2$  con un valor de 67,9861 % y el  $R^2$  ajustado con 35,9722%, por lo tanto, no se encontró una correlación de los datos con el modelo estadístico, en otras palabras, ningún efecto tiene un mayor o menor impacto en la evaluación de la tonalidad de las diferentes formulaciones ya que la tonalidad será igual para todas. El **ANEXO 5** contiene una descripción más detallada de este caso.

#### 4.3.1.3.2 Colorimetría en la miga

Tabla 26. Colorimetría de la miga de los panes de molde.

Formulación	H. Chía	H. S. Zapallo	H. Chía	H. S. Zapallo	L*	a*	b*	C*	h
<b>M1</b>	-1	-1	5,7	10,7	68,78 ± 0,5	1,66 ± 0,4	25,89 ± 1,1	25,94 ± 1,1	86,34 ± 0,4
<b>M2</b>	1	-1	9,3	10,7	69,58 ± 0,4	1,70 ± 0,1	25,04 ± 0,6	25,10 ± 0,6	86,12 ± 0,3
<b>M3</b>	-1	1	5,7	14,3	65,36 ± 0,6	2,41 ± 0,4	26,42 ± 0,6	26,53 ± 0,6	84,78 ± 0,8
<b>M4</b>	1	1	9,3	14,3	63,61 ± 0,5	3,71 ± 0,4	28,01 ± 0,8	28,25 ± 0,8	82,45 ± 0,9
<b>M5</b>	-α	0	5,0	12,5	67,63 ± 0,6	1,75 ± 1,4	26,15 ± 0,7	26,21 ± 0,7	86,17 ± 0,3
<b>M6</b>	α	0	10,0	12,5	67,13 ± 0,5	2,37 ± 0,7	26,10 ± 0,9	26,21 ± 0,9	84,81 ± 0,7
<b>M7</b>	0	-α	7,5	10,0	72,49 ± 0,6	1,34 ± 0,2	24,86 ± 1,1	24,90 ± 1,1	86,91 ± 0,5
<b>M8</b>	0	α	7,5	15,0	64,94 ± 0,7	3,77 ± 0,5	28,79 ± 1,2	29,03 ± 1,2	82,54 ± 0,7
<b>M9</b>	0	0	7,5	12,5	65,80 ± 0,5	2,79 ± 0,3	27,36 ± 1,2	27,50 ± 1,2	84,17 ± 0,5
<b>M10</b>	0	0	7,5	12,5	65,57 ± 0,4	3,01 ± 0,1	27,11 ± 1,0	27,28 ± 1,0	83,66 ± 0,5
<b>M11</b>	0	0	7,5	12,5	66,31 ± 0,7	2,98 ± 0,1	26,98 ± 1,1	27,14 ± 0,3	83,70 ± 0,8
<b>(Control)</b>	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>76,91 ± 1,8</b>	<b>-1,17 ± 0,1</b>	<b>13,77 ± 1,2</b>	<b>13,82 ± 1,2</b>	<b>94,92 ± 1,0</b>

- **Luminosidad**

En la tabla 31 muestra los valores de luminosidad ( $L^*$ ) de todas las formulaciones, estos valores varían de 63.61 hasta 76.91 valores que pertenecen a las formulaciones M4 (9.3% de harina de chía y 14.3% de harina de semilla de zapallo) y M12 (100% harina de trigo) respectivamente. El valor de la muestra control es del 76.61 con una tendencia clara, color que se caracteriza en la miga del pan de molde.

**Tabla 27.** *Análisis de Varianza de la Luminosidad de la miga.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:% Harina de Chía	0,344132	1	0,344132	0,45	0,5303
B:% Harina S. de Zapallo	50,2747	1	50,2747	66,34	0,0005
AA	0,948803	1	0,948803	1,25	0,3140
AB	1,62562	1	1,62562	2,14	0,2029
BB	6,65432	1	6,65432	8,78	0,0314
Error total	3,7894	5	0,757879		
Total (corr.)	62,7614	10			

A= %Harina de Chía, B= %Harina de Semilla de Zapallo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

R-cuadrada = 93,9622 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 87,9244 por ciento

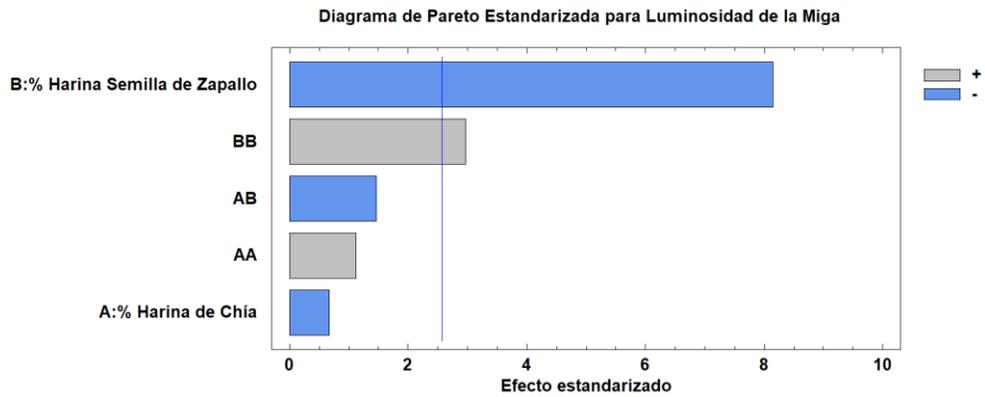
Error estándar del est. = 0,870563

Error absoluto medio = 0,540126

Estadístico Durbin-Watson = 0,808012 (P=0,0798)

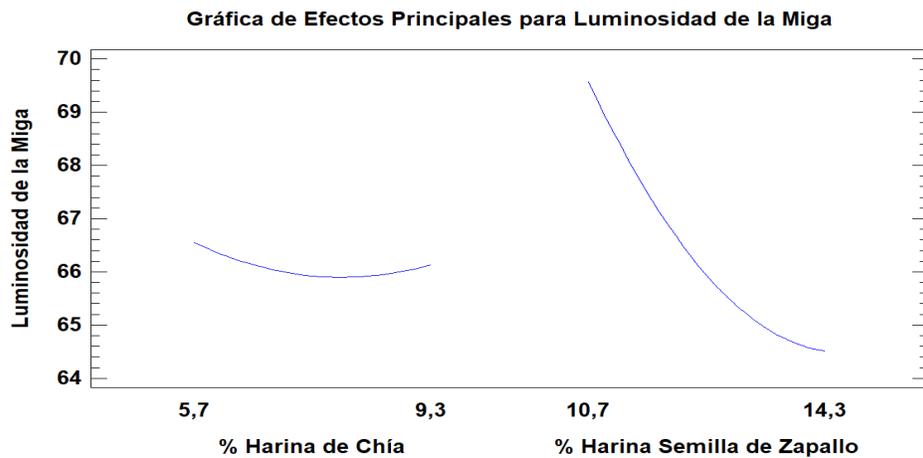
Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,559798

El estadístico R-cuadrada del moldeo con un valor de 93,9622 % explica la variabilidad en el Volumen Especifico. El estadístico R-cuadrada ajustada, siendo el más adecuado para comparar modelos que cuentan con diferentes números de variables independientes, siendo para este caso 87,9244 %. El error estándar del est. Muestra un valor de 0,870563 para la desviación estándar de los residuos.



**Figura 29.** Diagrama de Pareto Estandarizado para la Luminosidad de la miga.

La grafica 18 muestra dos efectos significativos ( $p > 0.05$ ) tales como el % de harina de semilla de zapallo y la integración del % de harina de semilla de zapallo entre sí.



**Figura 30.** Gráfica de efectos principales para la Luminosidad de la miga.

La grafica 19 muestra un efecto negativo tanto en el % de harina de chíá como en el % de harina de semilla de zapallo, ya que a medida que aumenta el porcentaje de estas harinas en una sustitución parcial la luminosidad de la miga del pan será más oscura.

**Tabla 28.** *Coefficiente de regresión para la Luminosidad de la corteza.*

<b>Coefficiente</b>	<b>Estimado</b>
constante	126,828
A:% Harina de Chía	0,399385
B:% Harina Semilla de Zapallo	-8,50927
AA	0,12959
AB	-0,196759
BB	0,34319

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos, por lo tanto, la ecuación del modelo ajustado queda representada mediante la siguiente formula:

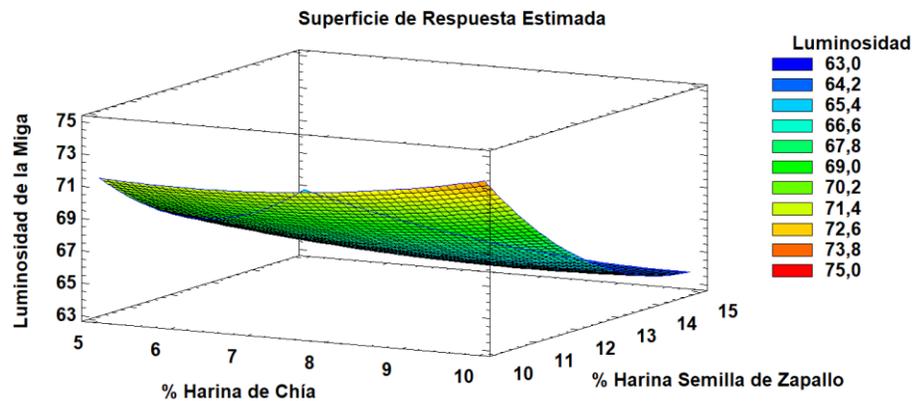
$$L * miga. = 126,828 + 0,399X_1 - 8,509X_2 + 0,129X_1^2 - 0,197X_1 * X_2 + 0,343X_2^2$$

**Donde:**

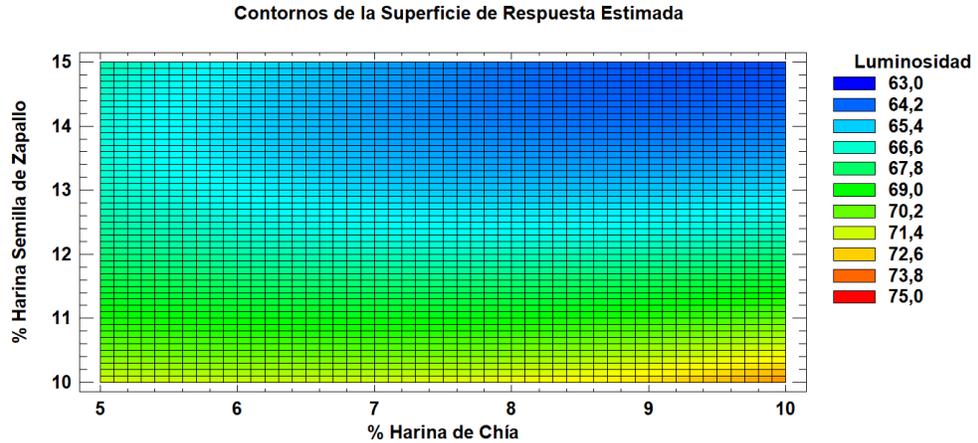
X<sub>1</sub>: % Harina de Chía

X<sub>2</sub>: % Harina Semilla de Zapallo

X<sub>1</sub> X<sub>2</sub>: Interacción entre % H. de Chía y % H. Semilla de Zapallo



**Figura 31.** *Grafica de superficie de respuesta de la Luminosidad de la miga de las formulaciones.*



**Figura 32.** *Grafica de contornos de la Luminosidad de la miga de las formulaciones.*

En los gráficos 20 y 21 se muestra la influencia que tienen cada tipo de harina con respecto al parámetro de luminosidad ( $L^*$ ) en los panes de molde que se elaboraron. Entre lo aceptable para este producto y para que la luminosidad del pan sea similar a la muestra control esta debería tener una sustitución de harina de semilla de zapallo lo más cercana al 10%. La formulación que se encuentra dentro de estos intervalos además de tener un valor de luminosidad ( $L^*$ ) similar al de la muestra control con un valor de 76.91, es las muestra M7 conformada por 7.5% de harina de chía y 10% de harina de semilla de zapallo con un valor de luminosidad ( $L^*$ ) de 72.49.

- **Cromaticidad**

Los valores de cromaticidad (C\*) de todas las formulaciones incluida la de la muestra control varían de 13.82 hasta 29.03 valores que pertenecen a la muestra control (100% harina de trigo) y la formulación M8 (7.5% de harina de chía y 15% de harina de semilla de zapallo) respectivamente.

**Tabla 29.** *Análisis de Varianza de la Cromaticidad de la miga.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:% Harina de Chía	0,0985489	1	0,098549	0,63	0,4629
B:% Harina S. de Zapallo	11,4274	1	11,4274	73,20	0,0004
AA	1,91983	1	1,91983	12,30	0,0172
AB	1,6384	1	1,6384	10,50	0,0230
BB	0,228083	1	0,228083	1,46	0,2808
Error total	0,780537	5	0,156107		
Total (corr.)	15,8743	10			

A= %Harina de Chía, B= %Harina de Semilla de Zapallo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

R-cuadrada = 95,083 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 90,166 porciento

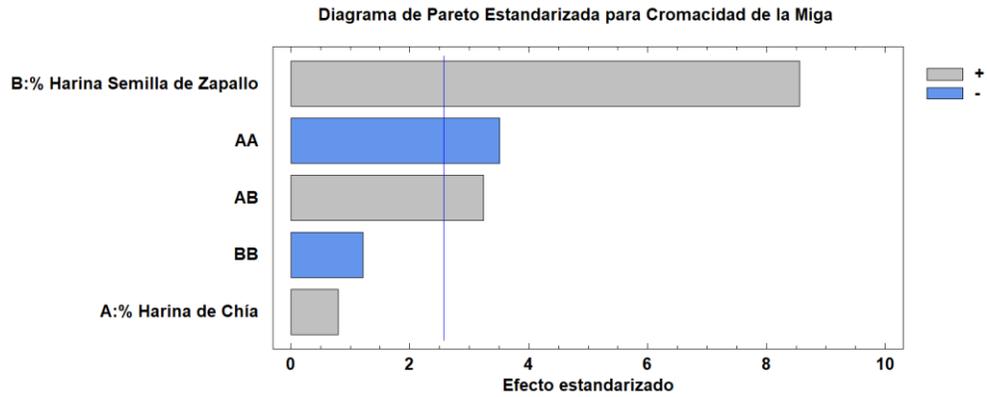
Error estándar del est. = 0,395104

Error absoluto medio = 0,233104

Estadístico Durbin-Watson = 2,42702 (P=0,8384)

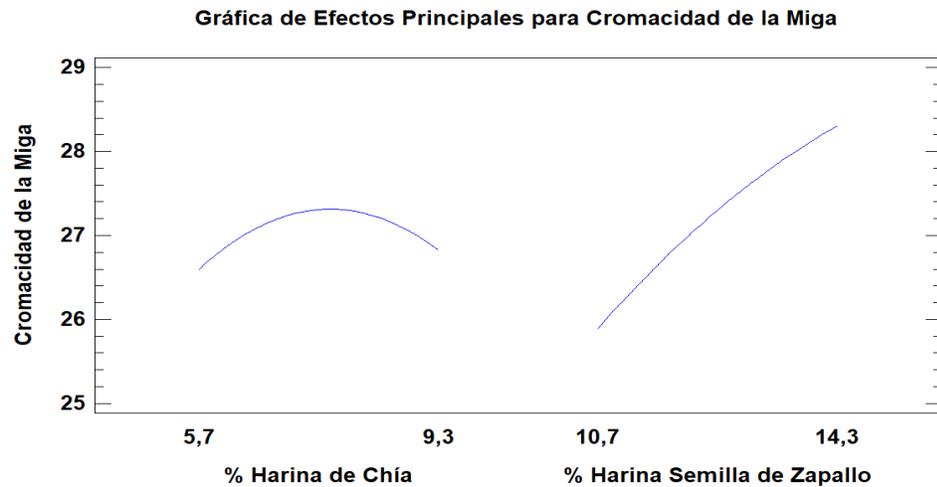
Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,232386

El estadístico R-cuadrada del moldeo con un valor de 95,083 % explica la variabilidad en el Volumen Especifico. El estadístico R-cuadrada ajustada, siendo el más adecuado para comparar modelos que cuentan con diferentes números de variables independientes, siendo para este caso 90,166 %. El error estándar del est. Muestra un valor de 0,395104 para la desviación estándar de los residuos.



**Figura 33.** *Diagrama de Pareto Estandarizado para la Cromacidad de la miga.*

En la gráfica 22 se puede observar que hay 3 efectos significativos ( $p > 0.05$ ) en la determinación de la cromacidad de la miga del pan de molde, tales como, la interacción de % de harina de semilla de zapallo, la interacción del % de harina de chíá entre sí y la interacción de % de harina de chíá y % de harina de semilla de zapallo.



**Figura 34.** *Gráfica de efectos principales para la Cromacidad de la miga.*

El grafico23 de los efectos principales se puede observar el efecto negativo por parte de la sustitución de harina de chíá mientras que la harina de semilla de zapallo muestra un efecto positivo en la cromacidad ( $c^*$ ).

**Tabla 30.** *Coefficiente de regresión para la Cromaticidad de la miga.*

<b>Coefficiente</b>	<b>Estimado</b>
constante	16,69
A:% Harina de Chía	0,35814
B:% Harina Semilla de Zapallo	0,776906
AA	-0,184337
AB	0,197531
BB	-0,0635374

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos, por lo tanto, la ecuación del modelo ajustado queda representada mediante la siguiente formula:

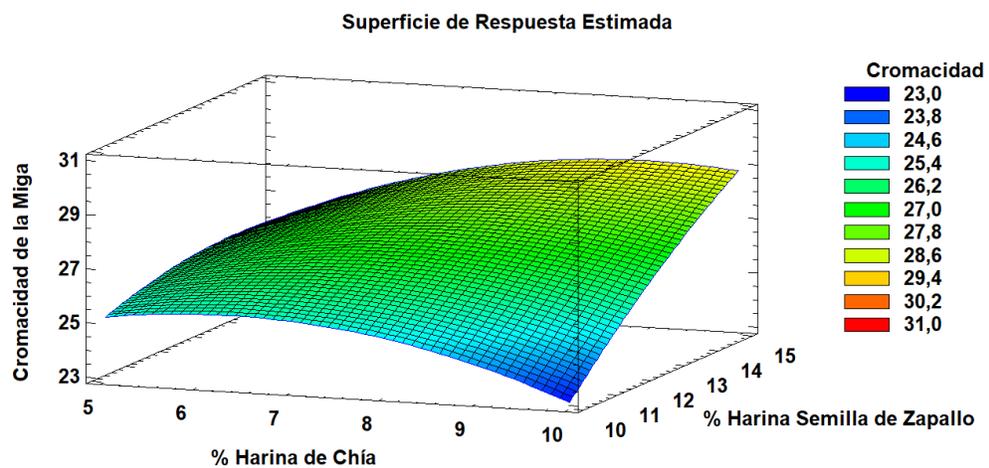
$$C^*Miga. = 16.69 + 0.35814X_1 + 0.776906X_2 - 0.184337X_1^2 + 0.197531X_1 * X_2 - 0.0635374X_2^2$$

**Donde:**

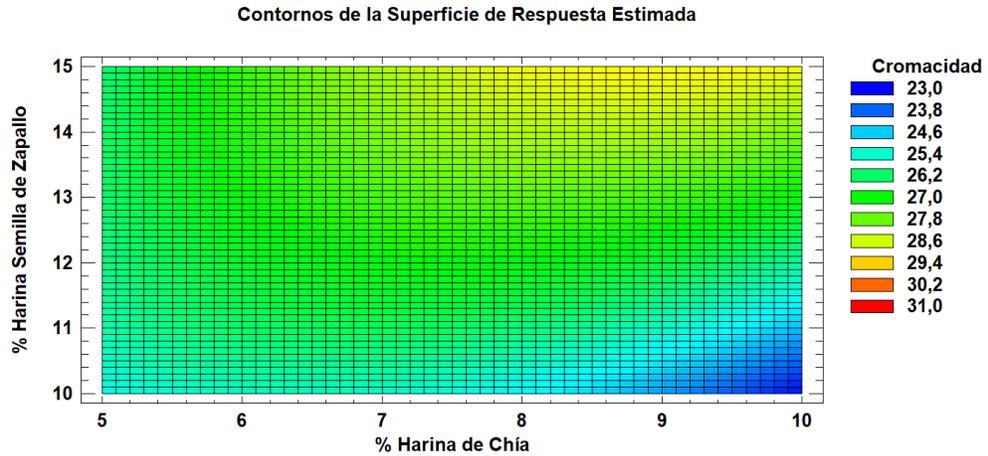
X<sub>1</sub>: % Harina de Chía

X<sub>2</sub>: % Harina Semilla de Zapallo

X<sub>1</sub> X<sub>2</sub>: Interacción entre % H. de Chía y % H. Semilla de Zapallo



**Figura 35.** *Grafica de superficie de respuesta de la Cromaticidad de la miga de las formulaciones.*



**Figura 36.** *Grafica de contornos de la Cromaticidad de la miga de las formulaciones.*

En los gráficos 24 y 25 se muestra la influencia que tienen cada tipo de harina con respecto al parámetro de cromacidad ( $c^*$ ) en los panes de molde que se elaboraron. Entre lo aceptable para este producto y para que la luminosidad del pan sea similar a la muestra control esta debería tener una sustitución de harina de semilla de zapallo lo más cercana al 10%. La formulación que se encuentra dentro de estos intervalos además de tener un valor de cromacidad ( $c^*$ ) similar al de la muestra control con un valor de 13.82, es las muestra M7 conformada por 7.5% de harina de chía y 10% de harina de semilla de zapallo con un valor de cromacidad ( $c^*$ ) de 24.90.

- **Angulo de tonalidad**

Los valores de tonalidad (h) de todas las formulaciones incluida la de la muestra control varían de 82.45 hasta 94.85 valores que pertenecen a la formulación M4 (9.3% de harina de chía y 14.3% de harina de semilla de zapallo) y la muestra control (100% harina de trigo) respectivamente.

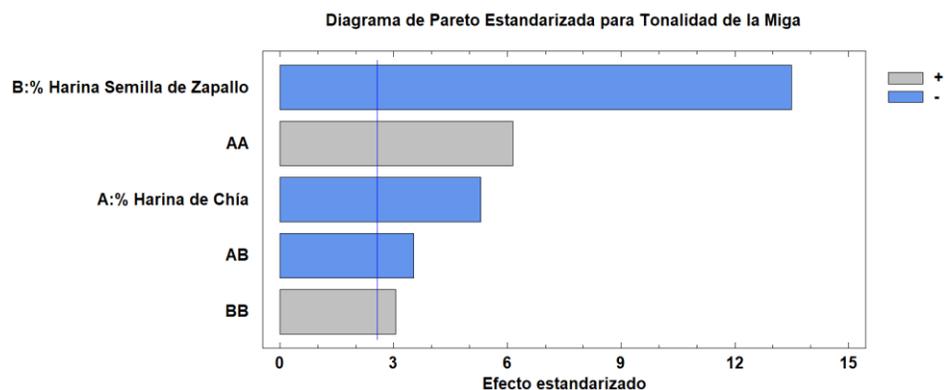
**Tabla 31.** *Análisis de Varianza de la Tonalidad de la miga.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:% Harina de Chía	2,50747	1	2,50747	28,13	0,0032
B:% Harina S. de Zapallo	16,248	1	16,248	182,27	0,0000
AA	3,36638	1	3,36638	37,76	0,0017
AB	1,11302	1	1,11302	12,49	0,0167
BB	0,836761	1	0,836761	9,39	0,0280
Error total	0,445709	5	0,089142		
Total (corr.)	23,8599	10			

A= %Harina de Chía, B= %Harina de Semilla de Zapallo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

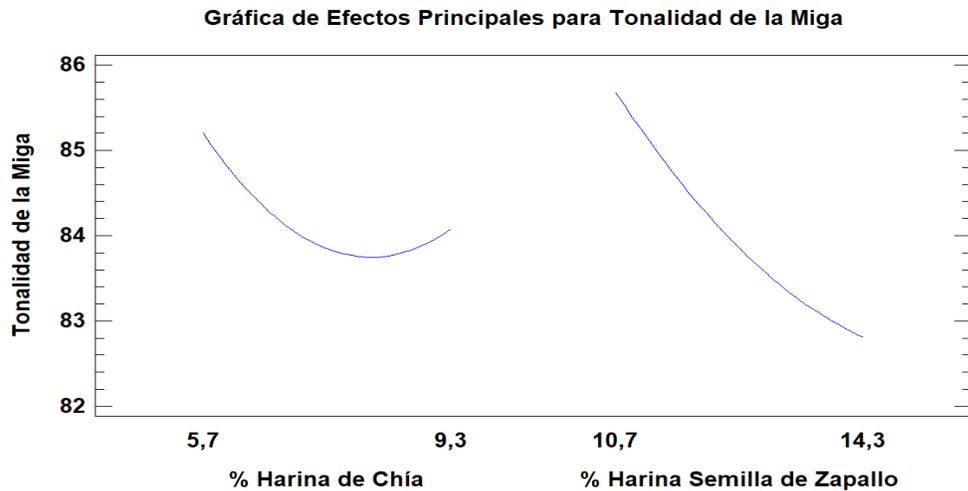
R-cuadrada = 98,132 porciento  
R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 96,2639 porciento  
Error estándar del est. = 0,298566  
Error absoluto medio = 0,172251  
Estadístico Durbin-Watson = 1,45758 (P=0,3597)  
Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,20638

El estadístico R-cuadrada del moldeo con un valor de 98,132 % explica la variabilidad en el Volumen Especifico. El estadístico R-cuadrada ajustada, siendo el más adecuado para comparar modelos que cuentan con diferentes números de variables independientes, siendo para este caso 96,2639 %. El error estándar del est. Muestra un valor de 0,298566 para la desviación estándar de los residuos.



**Figura 37.** *Diagrama de Pareto Estandarizado para la Tonalidad de la miga.*

En la gráfica 26 se puede observar que hay 5 efectos significativos ( $p > 0.05$ ) en la determinación de la tonalidad de la miga del pan de molde



**Figura 38.** Gráfica de efectos principales para la Tonalidad de la miga.

El gráfico 27 de los efectos principales se puede observar que tanto la sustitución de harina de chía como la harina de semilla de zapallo presentan un efecto negativo en la tonalidad.

**Tabla 32.** Coeficiente de regresión para la Tonalidad de la miga.

Coeficiente	Estimado
constante	113,671
A:% Harina de Chía	-1,94019
B:% Harina Semilla de Zapallo	-2,62024
AA	0,244098
AB	-0,162809
BB	0,121698

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos, por lo tanto, la ecuación del modelo ajustado queda representada mediante la siguiente fórmula:

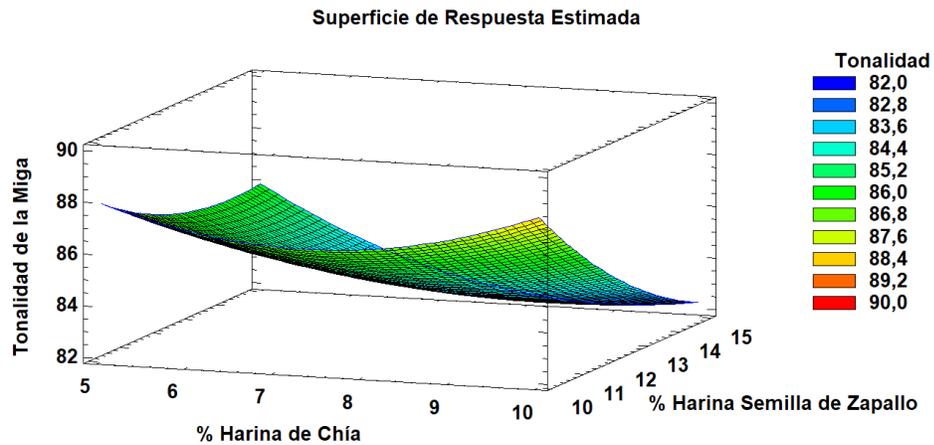
$$h^*Miga = 113,671 - 1.94019X_1 - 2.62024X_2 + 0,244098X_1^2 - 0.162809X_1 * X_2 + 0,121698X_2^2$$

**Donde:**

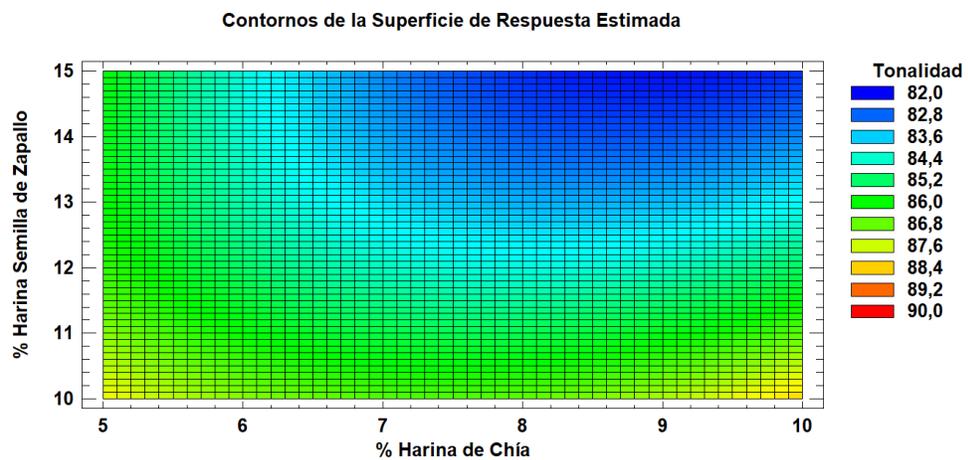
$X_1$ : % Harina de Chía

$X_2$ : % Harina Semilla de Zapallo

$X_1 X_2$ : Interacción entre % H. de Chía y % H. Semilla de Zapallo



**Figura 39.** *Grafica de superficie de respuesta de la Tonalidad de la miga de las formulaciones.*



**Figura 40.** *Grafica de contornos de la Tonalidad de la miga de las formulaciones.*

Las gráficas muestran una tendencia a aumentar el ángulo de tonalidad mientras la sustitución parcial contenga un menor porcentaje de harina de chía y harina de semilla de zapallo en los panes de molde elaborados, sin embargo, la muestra control tuvo como resultado un valor de 94.85 grados. La formulación con el

valor más alto además de tener un valor “h” similar al de la muestra control es la muestra M7 conformada por 7.5% de harina de chía y 10% de harina de semilla de zapallo con un ángulo de tonalidad de 86.91 grados.

#### **4.4 Evaluación Sensorial.**

La siguiente tabla muestra como resultado los valores medianos obtenidos en la evaluación sensorial realizada a todas las formulaciones del diseño experimental incluida una muestra control mediante una prueba con escala hedónica de 7 puntos. Los atributos a calificar fueron los siguientes: sabor, color, aroma, textura y aceptabilidad.

La evaluación sensorial fue realizada a 40 panelistas no entrenados de ambos sexos y diferentes edades.

**Tabla 33.** *Resultados de la evaluación sensorial de los panes de molde.*

<b>Formulación</b>	<b>% H. Chía</b>	<b>% H. Semilla de Zapallo</b>	<b>Sabor</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Textura</b>	<b>Aceptabilidad</b>
<b>M1</b>	5,7	10,7	5,0	5,5	3,5	4,5	4,5
<b>M2</b>	9,3	10,7	4,5	3,0	4,0	4,5	3,5
<b>M3</b>	5,7	14,3	4,0	5,0	5,0	4,0	3,0
<b>M4</b>	9,3	14,3	3,5	3,0	3,0	4,5	3,0
<b>M5</b>	5	12,5	5,0	5,5	4,0	5,0	4,5
<b>M6</b>	10	12,5	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0
<b>M7</b>	7,5	10	5,5	5,0	5,5	5,0	5,5
<b>M8</b>	7,5	15	4,0	3,5	4,5	4,0	3,0
<b>M9</b>	7,5	12,5	4,0	3,0	2,0	2,5	2,5
<b>M10</b>	7,5	12,5	3,5	2,5	2,5	3,0	2,5
<b>M11</b>	7,5	12,5	3,5	2,0	2,5	2,5	2,0
<b>M 12 (Control)</b>	-	-	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>	<b>6,5</b>	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>

#### 4.4.1 Sabor

Manfugás, J. E. (2020) describe el sabor sensorial como las sensaciones percibidas por el sentido del gusto por los receptores de la boca específicamente aquellos que se concentran en la lengua, con la finalidad de identificar las diversas sustancias químicas en los alimentos a evaluar.

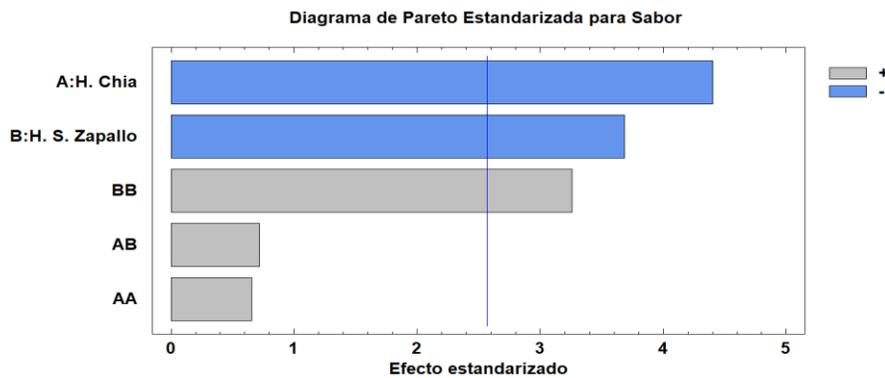
La tabla 38 muestra los resultados de sabor sensorial del pan de molde, siendo la formulación M7 (7.5% de harina de chía y 10% de harina de semilla de zapallo) la más aceptada por los panelistas mientras que, la que menos gusto fue la formulación M6 (10% de harina de chía y 12.5% de harina de semilla de zapallo). Esto se puede deber a que la sustitución de harina de chía fue la más alta entre todas las formulaciones provocando la alteración del sabor en el producto final. A partir de estos resultados se pudo realizar el análisis de variabilidad con respecto a cada tipo de harina empleada en la sustitución parcial.

**Tabla 34.** *Análisis de Varianza del Sabor sensorial.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:% H. de Chía	2,32875	1	2,32875	19,38	0,0070
B:% H. S. de Zapallo	1,63403	1	1,63403	13,60	0,0142
AA	0,0516585	1	0,0516585	0,43	0,5410
AB	0,0625	1	0,0625	0,52	0,5030
BB	1,27525	1	1,27525	10,62	0,0225
Error total	0,600674	5	0,120135		
Total (corr.)	5,90909	10			

A= %Harina de Chía, B= %Harina de Semilla de Zapallo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

El diseño experimental de las variables en estudio presenta un coeficiente de determinación R-cuadrada de 89,8348 % el cual indica un alto ajuste para este modelo. Sin embargo, el estadístico R-cuadrada para el modelo ajustado presenta un valor de 79,6695% siendo el más adecuado para comparar modelos que cuentan con diferentes números de variables independientes.



**Figura 41.** Diagrama de Pareto Estandarizado para el Sabor sensorial.

Las harían de chíá, harina de semilla de zapallo y la interacción de harina de semilla de zapallo entre sí, presentaron un efecto significativo ( $p > 0.05$ ) indicando una significancia estadística.

**Tabla 35.** Coeficiente de regresión para el Sabor sensorial.

<b>Coefficiente</b>	<b>Estimado</b>
constante	37,9007
A:% Harina de Chíá	-1,23826
B:% Harina Semilla de Zapallo	-4,29864
AA	0,030238
AB	0,0385802
BB	0,150238

La ecuación del modelo ajustado queda representada mediante la siguiente fórmula:

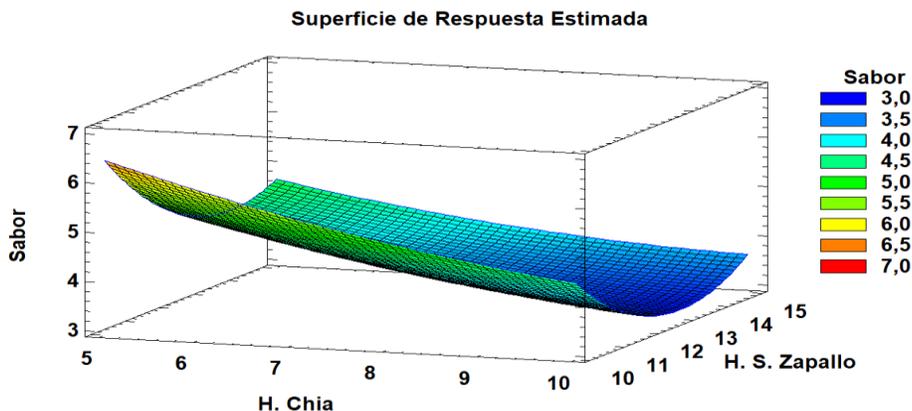
$$Sabor = 37,9007 - 1,23826X_1 - 4,29864X_2 + 0,030238X_1^2 + 0,03858X_1 * X_2 + 0,150238X_2^2$$

**Donde:**

$X_1$ : % Harina de Chíá

$X_2$ : % Harina Semilla de Zapallo

$X_1 X_2$ : Interacción entre % H. de Chíá y % H. Semilla de Zapallo



**Figura 42.** *Grafica de superficie de respuesta del Sabor sensorial.*

#### 4.4.2 Color

La importancia del color en el análisis sensorial está comprometido principalmente a la asociación por parte del consumidor entre una y otra propiedad del alimento o producto como por ejemplo el verde se asocia al sabor menta, rojo al sabor fresa, etc. (Manfugás, J. E.,2020).

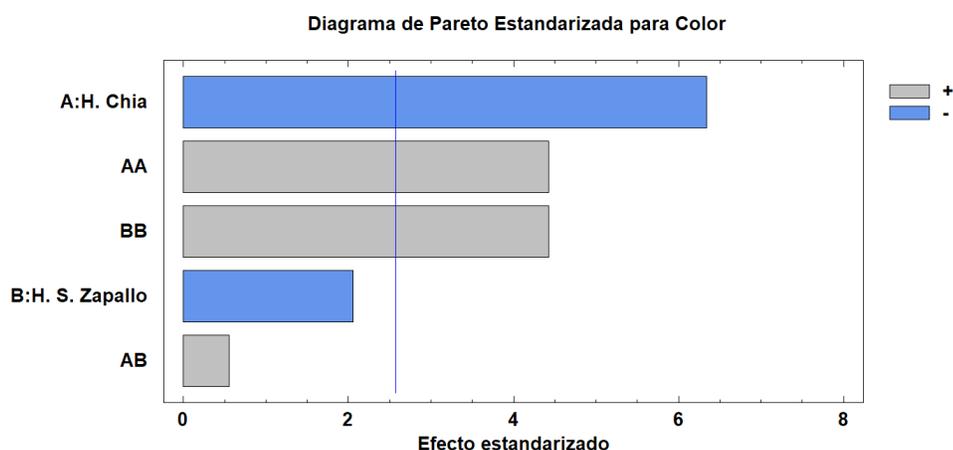
Las formulaciones M1 (5.7% de harina de chía y 10.7% de harina de semilla de zapallo) y M5 (5% de harina de chía y 12.5% de harina de semilla de zapallo) fueron las más aceptables con puntajes similares respecto al color sensorial. La formulación que menos agrado a los panelistas fueron las formulaciones M11 (7.5% de harina de chía y 12% de harina de semilla de zapallo), al ser una sustitución del 19.5% de la harina de trigo es evidente el cambio del color del pan de molde siendo la harina de chía la principal fuente de la tendencia oscura del producto final.

**Tabla 36.** *Análisis de Varianza del Color sensorial.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:% H. de Chía	8,08808	1	8,08808	40,17	0,0014
B:% H. S. de Zapallo	0,849273	1	0,849273	4,22	0,0952
AA	3,94233	1	3,94233	19,58	0,0069
AB	0,0625	1	0,0625	0,31	0,6014
BB	3,94233	1	3,94233	19,58	0,0069
Error total	1,00674	5	0,201348		
Total (corr.)	16,1818	10			

A= %Harina de Chía, B= %Harina de Semilla de Zapallo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

El diseño experimental de las variables en estudio presenta un coeficiente de determinación R-cuadrada de 93,7786% el cual indica un alto ajuste para este modelo. Sin embargo, el estadístico R-cuadrada para el modelo ajustado presenta un valor de 87,5571% siendo el más adecuado para comparar modelos que cuentan con diferentes números de variables independientes.



**Figura 43.** *Diagrama de Pareto Estandarizado para el Sabor sensorial.*

Las harían de chía y la interacción de harina de semilla de zapallo y harían de chía entre sí, presentaron un efecto significativo ( $p > 0.05$ ) indicando una significancia estadística.

**Tabla 37.** *Coefficiente de regresión para el Color sensorial.*

<b>Coefficiente</b>	<b>Estimado</b>
constante	68,7645
A:% Harina de Chía	-5,00821
B:% Harina Semilla de Zapallo	-7,07587
AA	0,264155
AB	0,0385802
BB	0,264155

La ecuación del modelo ajustado queda representada mediante la siguiente formula:

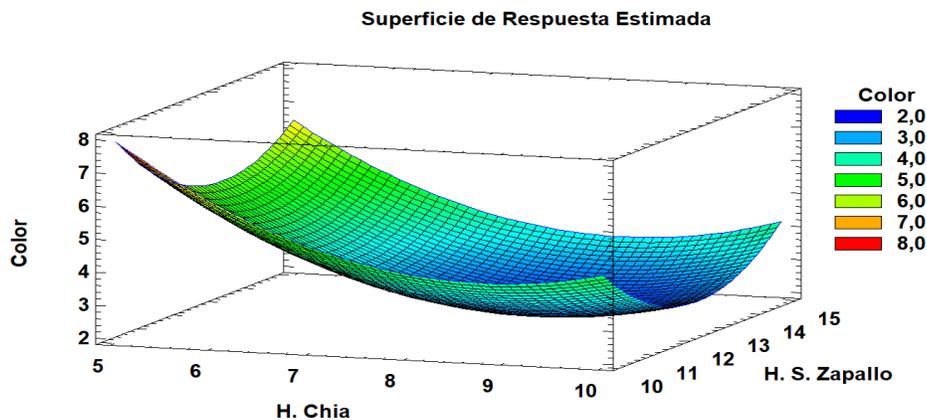
$$Color = 68,7645 - 5,00821X_1 - 7,07587X_2 + 0,264155X_1^2 + 0,03858X_1 * X_2 + 0,264155X_2^2$$

**Donde:**

X<sub>1</sub>: % Harina de Chía

X<sub>2</sub>: % Harina Semilla de Zapallo

X<sub>1</sub> X<sub>2</sub>: Interacción entre % H. de Chía y % H. Semilla de Zapallo



**Figura 44.** *Grafica de superficie de respuesta del Color sensorial.*

#### 4.4.3 Olor

Identificar el olor en la evaluación sensorial y la fuente de donde proviene suele ser muy complejo, aun cuando el ser humano cuenta con 1,000 receptores conocidos con la capacidad de distinguir hasta 10,000 olores distintos existen ocasiones en donde el mecanismo olfatorio no funciona adecuadamente, aun así,

el olor cumple un papel importante al momento de realizar la evaluación sensorial. (Manfugás, J. E.,2020).

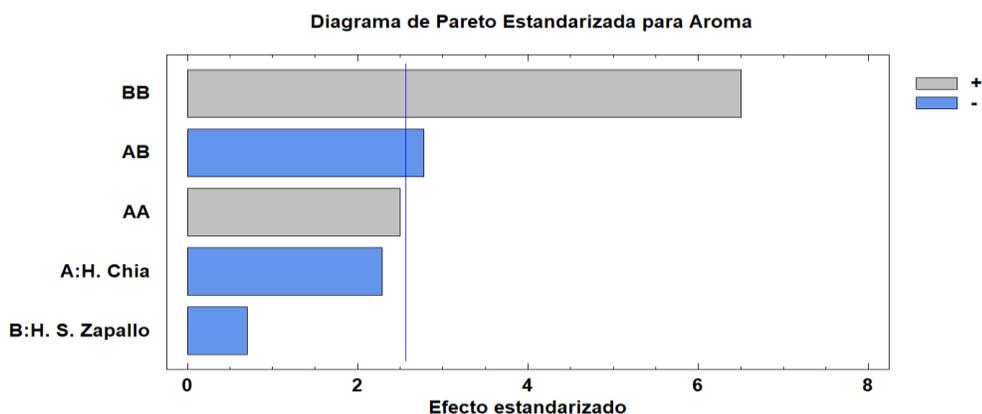
La formulación M7 (7.5% de harina de chía y 10% de harina de semilla de zapallo) fue la más aceptada por los panelistas con respecto a las demás en la calificación del olor sensorial. La formulación que menos agrado a los panelistas fue la formulación M9 (7.5% de harina de chía y 12% de harina de semilla de zapallo).

**Tabla 38.** *Análisis de Varianza del olor sensorial.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:% H. de Chía	1,06206	1	1,06206	5,25	0,0705
B:% H. S. de Zapallo	0,10055	1	0,10055	0,50	0,5123
AA	1,26096	1	1,26096	6,23	0,0547
AB	1,5625	1	1,5625	7,72	0,0389
BB	8,5667	1	8,5667	42,35	0,0013
Error total	1,01138	5	0,202277		
Total (corr.)	12,4091	10			

A= %Harina de Chía, B= %Harina de Semilla de Zapallo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

El diseño experimental de las variables en estudio presenta un coeficiente de determinación R-cuadrada de 91,8496% el cual indica un alto ajuste para este modelo. Sin embargo, el estadístico R-cuadrada para el modelo ajustado presenta un valor de 83,6993% siendo el más adecuado para comparar modelos que cuentan con diferentes números de variables independientes.



**Figura 45.** Diagrama de Pareto Estandarizado para el Olor sensorial.

Las interacciones de harina de semilla de zapallo y harían de chía entre sí, presentaron un efecto significativo ( $p > 0.05$ ) indicando una significancia estadística.

**Tabla 39.** Coeficiente de regresión para el Olor sensorial.

Coefficiente	Estimado
constante	55,823
A:% Harina de Chía	-0,0338866
B:% Harina Semilla de Zapallo	-8,35093
AA	0,149394
AB	-0,192901
BB	0,389394

La ecuación del modelo ajustado queda representada mediante la siguiente formula:

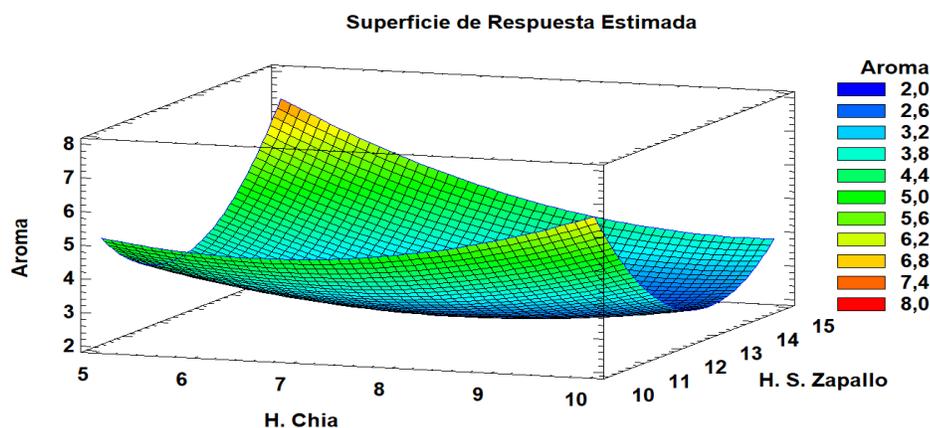
$$Aroma = 55,823 - 0,033886X_1 - 8,35093X_2 + 0,149394X_1^2 - 0,1929X_1 * X_2 + 0,389394X_2^2$$

**Donde:**

$X_1$ : % Harina de Chía

$X_2$ : % Harina Semilla de Zapallo

$X_1 X_2$ : Interacción entre % H. de Chía y % H. Semilla de Zapallo



**Figura 46.** Grafica de superficie de respuesta del Olor sensorial.

#### 4.4.4 Textura

Esta es una de las propiedades más complejas en la evaluación de la textura ya que en el análisis sensorial no solo interviene el sentido del tacto sino también la vista y el sentido auditivo, de ahí el motivo que su interpretación suele ser compleja y confusa de interpretar. (Manfugás, J. E.,2020).

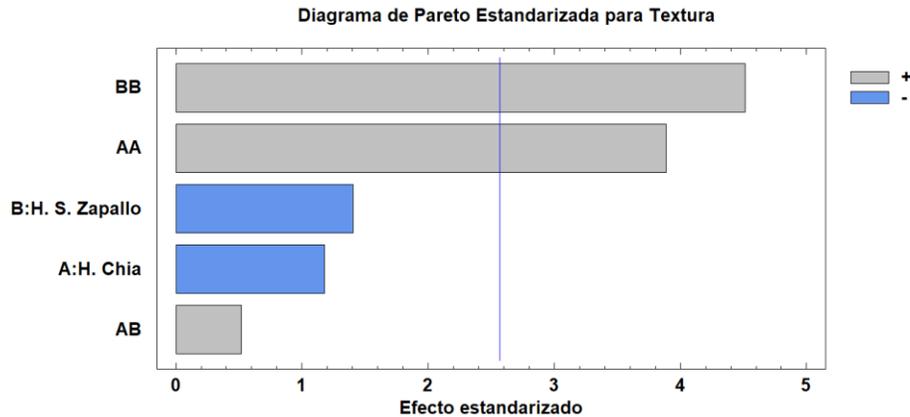
Las formulaciones M7 (7.5% de harina de chía y 10% de harina de semilla de zapallo) y M5 (5% de harina de chía y 12.5% de harina de semilla de zapallo) fueron las más aceptables con puntajes similares respecto al color sensorial. Caso contrario, la formulación que menos agrado a los panelistas fue la formulación M9 (7.5% de harina de chía y 12% de harina de semilla de zapallo).

**Tabla 40.** *Análisis de Varianza de la Textura sensorial.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:% H. de Chía	0,31903	1	0,31903	1,39	0,2921
B:% H. S. de Zapallo	0,454046	1	0,454046	1,97	0,2192
AA	3,47694	1	3,47694	15,10	0,0116
AB	0,0625	1	0,0625	0,27	0,6246
BB	4,6886	1	4,6886	20,36	0,0063
Error total	1,1512	5	0,230241		
Total (corr.)	8,40909	10			

A= %Harina de Chía, B= %Harina de Semilla de Zapallo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

El diseño experimental de las variables en estudio presenta un coeficiente de determinación R-cuadrada de 86,31% el cual indica un alto ajuste para este modelo. Sin embargo, el estadístico R-cuadrada para el modelo ajustado presenta un valor de 72,62% siendo el más adecuado para comparar modelos que cuentan con diferentes números de variables independientes.



**Figura 47.** Diagrama de Pareto Estandarizado para la Textura sensorial.

Las interacciones de harina de semilla de zapallo y harían de chía entre sí, presentaron un efecto significativo ( $p > 0.05$ ) indicando una significancia estadística.

**Tabla 41.** Coeficiente de regresión para de la Textura sensorial.

<b>Coeficiente</b>	<b>Estimado</b>
constante	67,7596
A:% Harina de Chía	-4,3153
B:% Harina Semilla de Zapallo	-7,62474
AA	0,248074
AB	0,0385802
BB	0,288074

La ecuación del modelo ajustado queda representada mediante la siguiente fórmula:

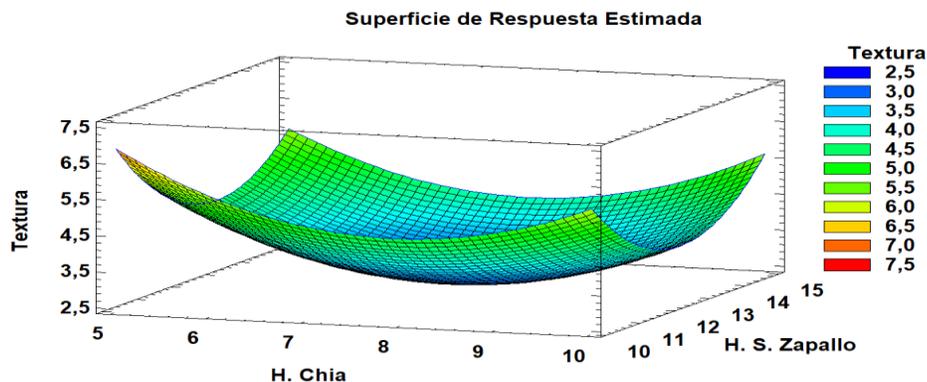
$$\begin{aligned}
 \text{Textura} = & 67,7596 - 4,3153X_1 - 7,62474X_2 + 0,248074X_1^2 + 0,03858X_1 \\
 & * X_2 + 0,288074X_2^2
 \end{aligned}$$

**Donde:**

$X_1$ : % Harina de Chía

$X_2$ : % Harina Semilla de Zapallo

$X_1 X_2$ : Interacción entre % H. de Chía y % H. Semilla de Zapallo



**Figura 48.** *Grafica de superficie de respuesta de la Textura sensorial.*

#### 4.4.5 Aceptabilidad

ISETA (2011, como se citó en Espinoza & Ludeña, 2018) describe a la aceptabilidad sensorial como un paso lógico y necesario previo al lanzamiento de un producto en el mercado, no se recomienda invertir en un producto cuya evaluación sensorial no fue aceptable ya que supondría un gran riesgo. Cabe mencionar que la aceptabilidad sensorial de un producto no necesariamente nos garantiza su éxito comercial ya que también influye la perspectiva de los diferentes tipos de consumidores hacia el producto.

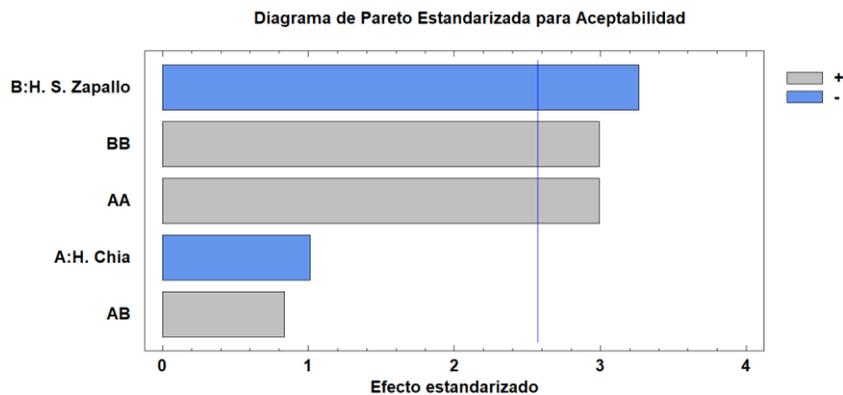
**Tabla 42.** *Análisis de Varianza de la Aceptabilidad sensorial.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:% H. de Chía	0,365377	1	0,365377	1,02	0,3584
B:% H. S. de Zapallo	3,81078	1	3,81078	10,66	0,0223
AA	3,20088	1	3,20088	8,95	0,0304
AB	0,25	1	0,25	0,70	0,4411
BB	3,20088	1	3,20088	8,95	0,0304
Error total	1,78729	5	0,357458		
Total (corr.)	11,2273	10			

A= %Harina de Chía, B= %Harina de Semilla de Zapallo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

El diseño experimental de las variables en estudio presenta un coeficiente de determinación R-cuadrada de 84,0808% el cual indica un alto ajuste para este

modelo. Sin embargo, el estadístico R-cuadrada para el modelo ajustado presenta un valor de 68,1617%.



**Figura 49.** Diagrama de Pareto Estandarizado para la Aceptabilidad sensorial.

Las interacciones de harina de semilla de zapallo y harían de chíá entre sí, además de la harina de semilla de zapallo presentaron un efecto significativo ( $p > 0.05$ ) indicando una significancia estadística.

**Tabla 43.** Coeficiente de regresión para de la Textura sensorial.

Coeficiente	Estimado
constante	65,9007
A:% Harina de Chíá	-4,65463
B:% Harina Semilla de Zapallo	-6,91614
AA	0,238022
AB	0,0771605
BB	0,238022

La ecuación del modelo ajustado queda representada mediante la siguiente formula:

$$Aceptabilidad = 65,9007 - 4,65463X_1 - 6,91614X_2 + 0,23802X_1^2 + 0,07716X_1 * X_2 + 0,238022X_2^2$$

#### **4.5 Determinación de la formulación mejor aceptada**

Mediante los análisis físicos químicos realizados a los panes de molde tales como, el volumen específico en donde la formulación M7 con un valor de  $4.28 \text{ cm}^3/\text{g}$  tiene el valor más cercano a la muestra control con  $4.33 \text{ cm}^3/\text{g}$  obteniéndose un pan de buen tamaño y forma siendo propias de un pan de molde, también se analizó la textura instrumental donde se observó que el valor de la masticabilidad de la formulación M7 (29.27mJ) es la más cercana a la muestra control (33.27 mJ), el pan de molde sustituido parcialmente poseía una miga blanda y fácil de morder.

El análisis sensorial muestra a la formulación M7 (7.5% de harina de chía y 10% de harina de semilla de zapallo) como las más aceptable entre los consumidores destacando en 4 (Sabor, Aroma, Textura y Aceptabilidad) de los 5 aspectos sensoriales evaluados.

Según los comentarios de los panelistas ellos mencionan que la muestra M7 (7.5% de harina de chía y 10% de harina de semilla de zapallo) tenía un rico y agradable sabor, con respecto al olor se sintió ligeramente que la harina de semilla de zapallo era mayor pero que era una característica favorable y sobre la textura se mencionó que era blanda pero consistente.

#### 4.6 Análisis proximal de la formulación mejor aceptada.

La siguiente tabla muestra los resultados de la caracterización proximal que se realizaron a la mejor formulación obtenido y la muestra control.

**Tabla 44.** *Componentes del pan de molde control y mejor formulación.*

<b>Composición</b>	<b>Pan de molde – Control (%)</b>	<b>Pan de molde – Mejor formulación (%)</b>
Humedad	28.00 ± 0.05	29.68 ± 0.08
Proteínas	12.43 ± 0.08	13.53 ± 0.07
Grasas	9.49 ± 0.13	14.52 ± 0.11
Cenizas	2.30 ± 0.05	2.21 ± 0.05
Carbohidratos	47.78 ± 0.31	40.06 ± 0.31
Fibra	5.01 ± 0.16	12.12 ± 0.50

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 206.004.1988 (revisado el 2016) mencionada en la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería de acuerdo a la RM N° 1020-2010/MINSA, mencionan que, el porcentaje de humedad máximo permisible en la elaboración de pan de molde no debe ser mayor al 40% así como el porcentaje de cenizas en base seca no debe ser mayor a 4%, por lo tanto, se puede afirmar que tanto la muestra control como también la mejor formulación obtenida con los valores de 28.00% y 29.68 % de humedad y 2.30% y 2.21% de cenizas respectivamente, cumplen con este requisito en su elaboración.

El porcentaje de proteínas de la mejor formulación (M7) fue de 13.53 %, este valor supera al contenido de proteínas de la muestra control con un valor de 12.43%. Espinoza & Ludeña (2018) reportan un porcentaje de proteínas de 12.82% para el mejor tratamiento de pan de molde conformado por 7.5% de harina de Chía sin desgrasar y 92.5% de harina de trigo, valor que es inferior al obtenido en esta investigación debido a que no solo se utiliza la harina de chía sino también la harina de zapallo caracterizado por ser una alta fuente de proteínas vegetales.

Con respecto al contenido de grasas de los panes de molde, la muestra control tuvo 9.49% mientras que la mejor formulación tuvo un valor de 14.52%, este aumento del contenido graso se debe a que tanto la harina de semilla de zapallo y de chía poseen un alto contenido de grasas 25.36% y 31% respectivamente. Martínez & Jalilie (2020) afirman que “la adición de harina de chía es proporcional al contenido de grasa en la elaboración de pan de molde” así mismo obtuvieron como resultado  $9.43 \pm 0,01\%$  de grasa en su mejor tratamiento conformado por harina de quinua (72%) y harina de chía (28%).

Las tablas peruanas de composición de alimentos (MINSA, 2017) mencionan que el contenido de carbohidratos totales en un alimento como el pan de molde es 69.2%, sin embargo, en la formulación mejor aceptada en esta investigación se obtuvo 40.06% y la muestra control 47.78% observándose una reducción de hidratos de carbono en el pan de molde elaborado con una sustitución parcial. Cuba & Lovon (2018) obtuvieron un valor de 51% de carbohidratos en su investigación para la elaboración de un pan de molde utilizando una pre-mezcla panadera al 20% (0.53% de harina de Chía, 0.27% harina de Linaza Y 0.20 de harina de Ajonjolí).

Como respuesta a los análisis realizados a la fibra dietaria total se obtuvo para la muestra control 5.01% mientras que la formulación más aceptada muestra un resultado de 12.12% excediendo con creces a la muestra control. La Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (2006) declara en el reglamento (CE) No 1924/2006 que un alimento se considera fuente de fibra si el producto contiene 3% de fibra como mínimo y se considerara un producto Alto contenido de fibra si el porcentaje de fibra no es menos al 6%.

## V CONCLUSIONES

- La composición químico-proximal determinó un alto contenido de proteínas (27.44%) y fibra total (49.5%) en la harina de semilla de zapallo en comparación a las demás harinas mientras que la harina de chía destacó en el contenido de ácidos grasos (31.51%), usar ambas harinas sirvieron para obtener un producto alto en contenido de fibra y ácidos grasos.
- La harina de chía tuvo mayor influencia con respecto a la textura, los panes de molde tenían una tendencia a ser más blandos conforme el porcentaje de harina de chía era menor, mientras que al utilizar un mayor porcentaje se obtenían valores menores en el volumen específico. En el análisis de colorimetría, la harina de semilla de zapallo tuvo una mayor influencia con respecto a la luminosidad y cromaticidad de la miga del pan, mientras que la harina de chía tuvo un alto efecto en la luminosidad de la corteza.
- Se obtuvo una alta aceptabilidad por parte de los panelistas hacia el pan de molde elaborado obteniendo calificaciones que superaron los 5 puntos “Me agrada poco” y 6 puntos “Me agrada” de la escala hedónica destacando los aspectos de Olor y Sabor del pan siendo los que agradaron más.
- En base a los resultados obtenidos en el análisis de las propiedades físicas y la evaluación sensorial de las formulaciones, se concluye que la mejor formulación es la que se encuentra conformada por 7.5% de harina de chía y 10% de harina de semilla de zapallo (M7).
- La composición proximal de la formulación mejor aceptada tuvo como resultado  $13.53 \pm 0.07\%$  de proteínas,  $14.52 \pm 0.11\%$  de grasas y  $12.12 \pm 0.5\%$  de fibra, estos valores aumentaron un 8%, 53%, 141.9% más respectivamente que los resultados obtenidos de una muestra control (100% harina de trigo).

## VI RECOMENDACIONES

- Realizar estudios para otros tipos de productos de panificación empleando la harina de semilla de zapallo, ya que destaca por un alto contenido de proteínas, grasas y fibras.
- Se recomienda hacer un estudio del proceso de secado a nivel piloto para determinar la viabilidad del secado de las semillas de zapallo.
- Realizar un análisis de perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases, con el fin de cuantificar el contenido de omegas de los ácidos grasos oleico y linoleico tanto en la harina de semilla de zapallo como en el producto final pan de molde.
- Debido al alto contenido de Fibra Dietaria Total de la harina de semilla de zapallo ( $49.5 \pm 0.50\%$ ) y de la formulación óptima M7 (12.12%) clasificado como alimento rico en fibra (FDT > 6%), se recomienda el análisis de la Fibra Dietaria Soluble e Insoluble.
- Hacer un estudio de la vida útil del producto teniendo en cuenta la formulación óptima obtenida en este trabajo.

## VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (20 de diciembre de 2006).  
*Declaraciones Nutricionales y Saludables, Reglamento (CE) No 1924/2006.*  
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:012:0003:0018:ES:PDF>
- A. López & A. R. Di Sarli (2016). *El modelo CIElab, las fórmulas de diferencia de color y el uso de la norma europea en 12878 en morteros y hormigones coloreados.* Ciencia y tecnología de los Materiales. Revista N°6.
- Arévalo Ponce, A., & Armijos Bravo, K. J. (2021). Propuesta de negocio en línea (online) de embutidos vegetarianos con semilla de zapallo (Cucurbitácea máxima) como fuente de grasa vegetal en Ecuador (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química)
- Barriga, X., & Callejo, M. J. (2017). *Pan y Salud: De los Granos Ancestrales al pan de hoy.* Grijalbo.
- Beltrán Fernández, X. L., & Saenz Vilca, G. M. (2014). *Optimización de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua (chenopodium quinua wild) y harina de zapallo (curcubita máxima) en la elaboración de cupcakes.* Universidad Nacional del Santa, Perú.
- Caballero J. (2014). *Efecto hepatoprotector de la almendra de semillas de cucúrbita máxima (zapallo macre) en ratas.* Lima.

- Cisternas, C., Farías, C., Muñoz, L., Morales, G., & Valenzuela, R. (2022). *Composición química, características nutricionales y beneficios asociados al consumo de chía (Salvia hispanica L.)*. Chile.
- COATES, W. (2013). *Composición química de la chía, el increíble súper nutriente*. Santiago de Chile N°. 387. 1-5pp.
- Coccaro, D. R. (2020). *Evaluación del peso y tamaño de órganos en pollos parrilleros adicionando a la dieta harina de chía (Salvia hispánica L.) e hidroxitirosol*.
- Codina G., Atudorei D., Cimpoi A., Mironeasa S. & Todosi-Sanduleac E. (2017). *Quality evaluation of wheat-pumpkin-golden flaxseed composite bread*. *Food and Environment Safety Journal*, Vol 16(no 2)
- Cosme Cerna, L. R. (2021). *Manual del Cultivo de Zapallo Macre (Cucurbita maxima Duch) bajo las condiciones de la costa central del Perú*.
- Cuba Vilca, A. M., & Lovon Castilla, Y. (2018). *Formulación de una pre mezcla panadera a base de harina de semillas: Chía (salvia hispánica L.), linaza (linum usitatissimum L.) y ajonjolí (sesamum indicum L). Para la elaboración de un pan tipo molde con bajo contenido de carbohidratos*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.
- Domínguez, E. A., Calle, G. T., Zamora, J. Z., Carbo, K. M., & Guerrero, A. B. (2019). *Aprovechamiento de las semillas de zapallo para la elaboración de un aceite vegetal comestible*. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (7), 53.

- Espinoza Eusebio, L., & Ludeña Avalos, F. J. (2018). *Evaluación de la calidad del pan de molde enriquecido con harina de chía (salvia hispánica L.) desgrasada y sin desgrasar*. Universidad Nacional del Santa, Perú.
- FAOSTAT (2021). *Datos estadísticos de producción de alimentos en América*. Recuperado de: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- INFOODS, B. d. (2017). *Composición Nutricional de la harina de trigo*. España: FUNIBER.
- Jaramillo Garcés, Y. (2013). *La chía (salvia hispanica L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables*. (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).
- Kinoca Minolta (2016). *Entendiendo el Espacio de color CIE L\*C\*h\**. <https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lch/>
- Knez Hrnčič, M., Ivanovski, M., Cör, D., & Knez, Ž. (2019). *Chia Seeds (Salvia hispanica L.): an overview—phytochemical profile, isolation methods, and application*. *Molecules*, 25(1), 11.
- Legua Castilla, C. A., & Ramírez Beltrán, G. C. (2020). *Informe del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición-CENAN*.
- León López, A. A., & Urbina Castillo, K. Y. (2015). *Formulación, evaluación nutricional y sensorial del pan de molde integral enriquecido con quinua (chenopodium quinoa), cañihua (chenopodium pallidicaule) y chía (salvia hispánica L.)*. Universidad Nacional del Santa, Perú.
- León, A., & Rosell, C. (2013). *Granos, semillas y harinas de panificación en Iberoamérica*. Córdoba: ISB.

Manfugás, J. E. (2020). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Editorial Universitaria (Cuba).

Martínez, J. N., & Jalilie, S. P. (2020). *Elaboración y caracterización de pan de molde a base de harina de chía (salvia hispánica l.) y quinua (Chenopodium quinoa wild)*. Revista Gipama, 2(1), 44-53.

Medina-Urrutia A, Lopez-Urbe AR, El Hafidi M, González-Salazar MC, Posadas-Sánchez R, Jorge-Galarza E, et al. (2020). *Chia (Salvia hispanica)-supplemented diet ameliorates non-alcoholic fatty liver disease and its metabolic abnormalities in humans*. Lipids Health Dis.; 19: 96.

Mendoza Salazar, L. H. (2020). *Influencia de la temperatura de secado y molienda de harina de semilla de zapallo (Cucurbita maxima) en la conservación de cucurbitina y su efecto vermífugo*. Lima-Perú.

Mironeasa S., Codina G., Mironeasa C. (2016). *Effects of the pumpkin seed addition on bread quality of wheat flour with a very good quality for bread making*. In: *Modern Technologies in the Food Industry*. Proceeding of the International Conference, Chisinau. pp. 229-237. ISBN 978-9975-87-138-9

MORENO ARAIZA, O. S. C. A. R. (2020). *Contenido y calidad proteica en diferentes corrientes de molienda de trigo panadero en un molino comercial (Master's thesis, MORENO ARAIZA, OSCAR)*.

Neder. (2017). *Informe para Bimbo Perú de Tracking de Marcas de Pan de Molde*.

NTP 205.040:2016 *HARINAS SUCEDÁNEAS DE LA HARINA DE TRIGO*. Generalidades.

3ª Edición

NTP 205.064:2015 TRIGO. *Harina de trigo para consumo humano*. Requisitos. 1ª Edición, reemplazan a la NTP 205.027:1986.

Obregón Jaramillo, P. (2018). *Propuesta de elaboración de una harina a base de semilla de calabaza (Cucúrbita máxima) para su aplicación en panificación*. (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química). Pp. 11.

ORTIZ, G.S.; VALDÉS, R.M.P.; VALLEJO, C.F.A.; BAENA, G.D. (2015). *Genetic Correlations and Path Analysis in Butternut Squash Cucurbita moschata Duch*. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín.

Pamplona J. (2013). *El poder medicinal de los alimentos*. Argentina: Editorial Safeliz;

Peralta Medina, D. C., & Delgado Delgado, E. M. (2019). *Determinación de Parámetros Tecnológicos para la Extracción de Aceite de Chía (Salvia Hispánica L.) y su Aplicación en la Elaboración de una Salsa Picante, y Evaluación de una Prensa Continua (Expeller)*, Universidad Católica De Santa María, Arequipa.

Quaglia, G. (1991). *Ciencia y Tecnología de la Panificación*. Edit. Acribia. Zaragoza, España.

Reyes García, M., Gómez-Sánchez Prieto, I., & Espinoza Barrientos, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Instituto Nacional de Salud.

Rivera Ledesma E, Bauta León L, González Hidalgo JA, Arcia Chávez N, Valerino Meriño I, Placencia Oropeza E. (2017) *The category of risk for cardiovascular disease*. Rev Cubana Med Gen Integr.

- Rodríguez, R. A., Valdés, M. P., & Ortiz, S. (2018). *Características agronómicas y calidad nutricional de los frutos y semillas de zapallo Cucurbita sp.* Revista colombiana de ciencia animal recia, 10(1), 86-97.
- Shevchenko, A., Drobot, V., & Galenko, O. (2022). *Use of pumpkin seed flour in preparation of bakery products*
- Talens Oliag, P. (2017). *Caracterización de las propiedades mecánicas de alimentos mediante análisis de perfil de textura*
- Xingú López, A., González Huerta, A., Cruz Torrez, E. D. L., Sangerman-Jarquín, D. M., Orozco de Rosas, G., & Rubí Arriaga, M. (2017). *Chía (Salvia hispanica L.) situación actual y tendencias futuras.* Revista mexicana de ciencias agrícolas.

## VIII ANEXOS

### Anexo 1: Elaboraciones de los panes de molde.



**Figura 50.** *Preparación de las materias primas e insumos.*



**Figura 51.** *Mezclado de los ingredientes y preparación de la masa pandera.*



**Figura 52.** *Boleado y extendido de la masa.*



**Figura 53.** *Proceso de fermentado de la masa.*



**Figura 54.** *Panes de molde en proceso de enfriado.*



**Figura 55.** *Rebanado de los panes de molde.*



**Figura 56.** *Embazado de los panes de molde.*

## Anexo 2: Evaluación de volumen específico



*Figura 57. Evaluación del volumen específico mediante el método de desplazamiento de semillas (alpiste).*



H. Trigo:	83.6%	<b>Altura: 10 cm</b> <b>Vol. Específico: 4.09 cm<sup>3</sup>/g</b>
H. S. Zapallo:	10.7%	
H. Chía:	5.7%	



H. Trigo:	80.0%	<b>Altura: 9.5 cm</b> <b>Vol. Específico: 4.23 cm<sup>3</sup>/g</b>
H. S. Zapallo:	10.7%	
H. Chía:	9.3%	



H. Trigo:	80.0%	<b>Altura: 10 cm</b> <b>Vol. Específico: 3.99 cm<sup>3</sup>/g</b>
H. S. Zapallo:	14.3%	
H. Chía:	5.7%	



H. Trigo:	76.4%	<b>Altura: 8.5 cm</b> <b>Vol. Específico: 3.42 cm<sup>3</sup>/g</b>
H. S. Zapallo:	14.3%	
H. Chía:	9.3%	



H. Trigo:	82.5%	<b>Altura: 9.5 cm</b> <b>Vol. Específico: 4.30 cm<sup>3</sup>/g</b>
H. S. Zapallo:	12.5%	
H. Chía:	5.0%	



H. Trigo:	77.5%	<b>Altura: 8.5 cm</b> <b>Vol. Específico: 3.82 cm<sup>3</sup>/g</b>
H. S. Zapallo:	12.5%	
H. Chía:	10.0%	



H. Trigo:	82.5%	<b>Altura: 9.5 cm</b>
H. S. Zapallo:	10.0%	<b>Vol. Específico: 4.28 cm<sup>3</sup>/g</b>
H. Chía:	7.5%	



H. Trigo:	77.5%	<b>Altura: 6 cm</b>
H. S. Zapallo:	15.0%	<b>Vol. Específico: 2.59 cm<sup>3</sup>/g</b>
H. Chía:	7.5%	



H. Trigo:	80.0%	<b>Altura: 6 cm</b>
H. S. Zapallo:	12.5%	<b>Vol. Específico: 2.60 cm<sup>3</sup>/g</b>
H. Chía:	7.5%	



H. Trigo:	80.0%	<b>Altura: 7 cm</b>
H. S. Zapallo:	12.5%	<b>Vol. Específico: 2.59 cm<sup>3</sup>/g</b>
H. Chía:	7.5%	



H. Trigo:	80.0%	<b>Altura: 7 cm</b>
H. S. Zapallo:	12.5%	<b>Vol. Específico: 2.59 cm<sup>3</sup>/g</b>
H. Chía:	7.5%	



H. Trigo:	100%	<b>Altura: 10 cm</b>
H. S. Zapallo:	0.0%	<b>Vol. Específico: 4.33 cm<sup>3</sup>/g</b>
H. Chía:	0.0%	

**Figura 58.** *Altura alcanzada de los panes de molde*

### Anexo 3: Evaluación de textura instrumental.



**Figura 59.** *Texturómetro de la marca BROOKFIELD Engineering Labs, modelo CT3 4500.*



**Figura 60.** *Se empleó la sonda cilíndrica TA4/1000<sup>a</sup> a una velocidad de 0.5 mm/s con un objetivo de penetración de 10 mm.*

#### Anexo 4: Evaluación de Fibra Dietaria Total.



**Figura 61.** *Imágenes de la determinación de Fibra Dietaria Total.*

## Anexo 5: Evaluación de colorimetría

**Tabla 45.** Datos para el análisis de colorimetría por el método CIE LCh.

<b>Datos - Corteza instrumental.</b>					
<b>Formulaciones</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>L*</b>	<b>C*</b>	<b>h</b>
<b>M1</b>	12,37	34,06	61,95	36,24	70,05
	13,26	33,70	58,72	36,21	68,52
	12,97	35,19	63,97	37,50	69,76
<b>M2</b>	13,55	30,76	69,37	33,61	66,22
	14,82	29,25	60,75	32,79	63,13
	13,91	32,19	56,93	35,07	66,63
<b>M3</b>	8,73	32,00	68,00	33,16	74,75
	13,43	29,63	58,07	32,54	65,62
	10,08	34,33	65,56	35,78	73,63
<b>M4</b>	11,06	33,21	63,96	35,01	71,58
	11,12	32,90	63,91	34,73	71,33
	13,05	32,84	57,15	35,34	68,33
<b>M5</b>	8,02	32,30	71,42	33,28	76,05
	8,94	35,78	70,42	36,88	75,98
	11,01	34,62	66,19	36,33	72,35
<b>M6</b>	12,53	30,31	57,61	32,80	67,53
	12,99	35,35	63,72	37,66	69,83
	14,95	32,56	55,92	35,82	65,34
<b>M7</b>	10,04	32,52	68,74	34,04	72,84
	12,48	34,42	63,31	36,62	70,07
	12,69	35,26	63,97	37,47	70,21
<b>M8</b>	13,82	32,50	56,64	35,32	66,97
	13,20	33,79	56,57	36,27	68,67
	15,59	29,54	51,42	33,40	62,18
<b>M9</b>	12,81	29,71	57,07	32,35	66,68
	13,66	30,27	52,27	33,21	65,71
	13,34	29,71	51,76	32,56	65,82
<b>M10</b>	12,62	30,12	53,63	33,08	65,51
	13,58	28,38	54,22	31,74	67,45
	13,85	29,01	54,60	31,43	67,18
<b>M11</b>	12,95	30,19	52,52	33,14	66,58
	13,58	30,03	53,48	31,95	67,02
	12,38	30,15	53,31	33,27	66,49
<b>CONTROL</b>	11,44	32,11	65,81	34,09	70,39
	12,14	32,89	65,65	35,06	69,74
	12,63	33,20	65,36	35,52	69,18

<b>Datos - Miga instrumental.</b>					
<b>Formulaciones</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>L*</b>	<b>C*</b>	<b>h</b>
<b>M1</b>	1,27	24,84	69,16	24,87	87,07
	1,89	27,08	70,29	27,15	86,01
	1,81	25,75	66,91	25,82	85,99
<b>M2</b>	1,66	25,50	71,36	25,55	86,27
	1,64	25,19	69,98	25,25	86,27
	1,79	24,44	67,39	24,51	85,81
<b>M3</b>	2,89	27,24	66,80	27,39	83,95
	2,30	26,15	63,89	26,25	84,98
	2,05	25,86	65,39	25,94	85,46
<b>M4</b>	3,34	28,07	63,44	28,27	83,20
	3,53	27,22	63,45	27,45	82,60
	4,26	28,74	63,93	29,05	81,56
<b>M5</b>	1,96	26,90	70,08	26,97	85,82
	1,43	26,13	67,84	26,17	86,87
	1,86	25,42	64,98	25,49	85,82
<b>M6</b>	2,66	26,24	65,58	26,38	84,21
	2,75	26,82	66,99	26,96	84,15
	1,71	25,25	68,82	25,31	86,14
<b>M7</b>	1,58	25,35	72,84	25,40	86,43
	1,30	25,48	71,93	25,52	87,08
	1,15	23,75	72,70	23,78	87,24
<b>M8</b>	3,75	29,08	64,63	29,32	82,66
	3,30	27,59	64,20	27,79	83,19
	4,26	29,70	65,97	30,00	81,84
<b>M9</b>	2,85	28,16	67,53	28,30	84,22
	3,05	27,72	65,58	27,88	83,73
	2,49	26,21	64,30	26,33	84,58
<b>M10</b>	2,88	26,14	65,70	26,32	83,39
	3,16	28,01	65,47	28,52	84,42
	2,99	27,13	65,55	26,99	83,17
<b>M11</b>	2,85	27,72	66,66	27,54	82,87
	2,94	25,92	65,66	27,03	83,57
	3,15	27,31	66,62	26,85	84,66
<b>CONTROL</b>	-1,14	12,57	72,12	12,62	95,20
	-1,07	15,69	78,89	15,73	93,90
	-1,29	13,06	79,72	13,12	95,66

- **Angulo de tonalidad de la corteza**

**Tabla 46.** *Análisis de Varianza de la Tonalidad de la corteza.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:% Harina de Chía	28,8265	1	28,8265	4,80	0,0801
B:% Harina S. de Zapallo	0,00218759	1	0,002188	0,00	0,9855
AA	31,8502	1	31,8502	5,30	0,0696
AB	2,3409	1	2,3409	0,39	0,5600
BB	5,888	1	5,888	0,98	0,3678
Error total	30,0562	5	6,01124		
Total (corr.)	93,8849	10			

A= %Harina de Chía, B= %Harina de Semilla de Zapallo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

R-cuadrada = **67,9861** porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = **35,9722** porciento

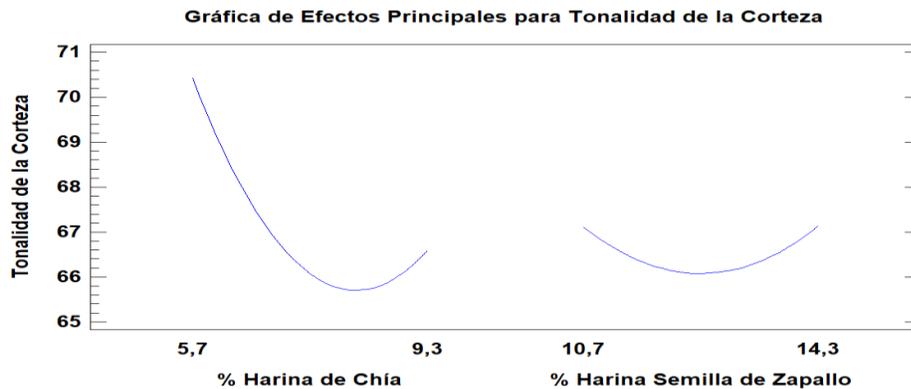
Error estándar del est. = **2,45178**

Error absoluto medio = **1,37171**

Estadístico Durbin-Watson = 2,24393 (P=0,7675)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,135827

El estadístico R-cuadrada del moldeo con un valor de 67,9861 % explica la variabilidad en el Volumen Especifico. El estadístico R-cuadrada ajustada, siendo el más adecuado para comparar modelos que cuentan con diferentes números de variables independientes, siendo para este caso 35,9722 %. El error estándar del est. Muestra un valor de 2,45178 para la desviación estándar de los residuos.



**Gráfica 18.** *Gráfica de efectos principales para la Tonalidad de la corteza.*

El grafico 18 de los efectos principales se puede observar que tanto la sustitución de harina de chía como la harina de semilla de zapallo presentan un efecto negativo en la tonalidad.

**Tabla 47.** *Coefficiente de regresión para la Tonalidad de la corteza.*

<b>Coefficiente</b>	<b>Estimado</b>
constante	188,755
A:% Harina de Chía	-15,2778
B:% Harina Semilla de Zapallo	-9,83217
AA	0,750824
AB	0,236111
BB	0,322824

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos, por lo tanto, la ecuación del modelo ajustado queda representada mediante la siguiente formula:

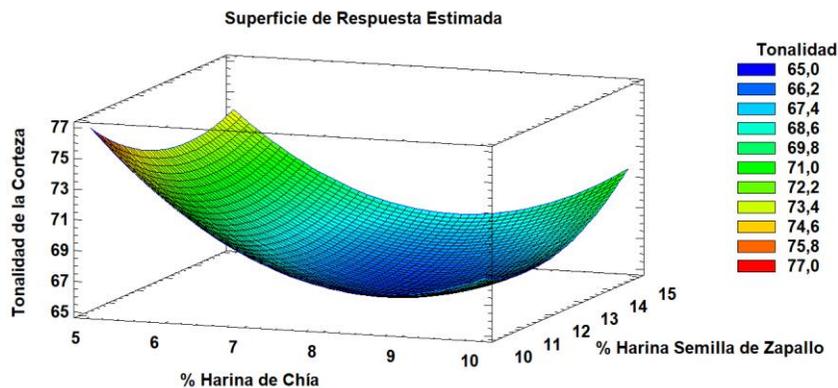
$$h^*Corteza. = 188,755 - 15,2778X_1 - 9,83217X_2 + 0,7508X_1^2 + 0,236111X_1 * X_2 + 0,3228X_2^2$$

**Donde:**

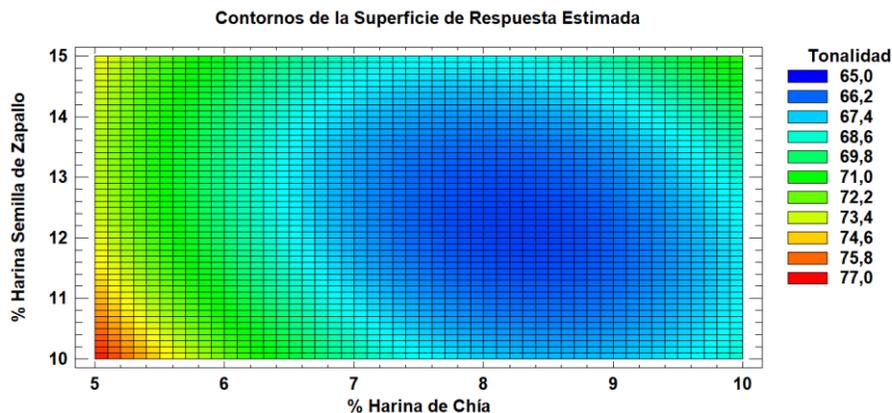
X<sub>1</sub>: % Harina de Chía

X<sub>2</sub>: % Harina Semilla de Zapallo

X<sub>1</sub> X<sub>2</sub>: Interacción entre % H. de Chía y % H. Semilla de Zapallo



**Gráfica 41.** *Grafica de superficie de respuesta de la Tonalidad de la corteza de las formulaciones.*



**Gráfica 42.** *Grafica de contornos de la Tonalidad de la corteza de las formulaciones.*

Los gráficos 15 y 16 se muestra la influencia que tienen cada tipo de harina con respecto al parámetro de tonalidad (h en los panes de molde que se elaboraron).

Las gráficas muestran el aumento del ángulo de tonalidad mientras la sustitución parcial contenga un mayor porcentaje de harina de chía en los panes de molde elaborados, sin embargo, la muestra control tuvo como resultado un valor de 69.76 grados en el ángulo tonalidad. Para que la luminosidad del pan sea similar a la muestra control esta debería estar entre los intervalos de 7 a 7.5% de harina de chía y 10 % a 10.5% de harina de semilla de zapallo. La formulación que se encuentra dentro de estos intervalos además de tener un valor “h” similar al de la muestra control es las muestra M7 conformada por 7.5% de harina de chía y 10% de harina de semilla de zapallo con un ángulo de tonalidad de 70.99.

**Anexo 6: Computo químico de las formulaciones.**

**Tabla 48.** *Perfil de aminoácidos de las harinas de trigo, semilla de zapallo y chía.*

Aminoácidos esenciales	Composición de aminoácidos (mg/g proteína)			FAO (mg/g proteína)
	TRIGO	S. ZAPALLO	CHIA	
Isoleucina	43	48,5	33,5	30
Leucina	61	66,6	59,9	59
Lisina	28	33,9	36	45
Metionina+Cistina	35	23	14	22
Fenilalanina+Tirosina	86	91,9	75,2	38
Treonina	29	31,6	32,3	23
Triptofano	12	7,7	12,9	6
Valina	46	48,3	53,2	39
Histidina	20	27,8	24,5	15

Fuente: (WHO/FAO/UNU,2007) Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition.

**Tabla 49.** *Score químico de las harinas de trigo, semilla de zapallo y chía.*

Aminoácidos esenciales	Composición Química (mg/g proteína)		
	TRIGO	S. ZAPALLO	CHIA
Isoleucina	143,33	161,67	111,67
Leucina	103,39	112,88	101,53
Lisina	62,22	75,33	80,00
Metionina+Cistina	159,09	104,55	63,64
Fenilalanina+Tirosina	226,32	241,84	197,89
Treonina	126,09	137,39	140,43
Triptofano	200,00	128,33	215,00
Valina	117,95	123,85	136,41
Histidina	133,33	185,33	163,33

## Anexo 7: Fotos de los panes de molde obtenidos de las formulaciones

 <p><b>M1</b></p> <table border="1"> <tr> <td>H. Trigo:</td> <td>83.6%</td> </tr> <tr> <td>H. S. Zapallo:</td> <td>10.7%</td> </tr> <tr> <td>H. Chía:</td> <td>5.7%</td> </tr> </table>	H. Trigo:	83.6%	H. S. Zapallo:	10.7%	H. Chía:	5.7%	 <p><b>M2</b></p> <table border="1"> <tr> <td>H. Trigo:</td> <td>80.0%</td> </tr> <tr> <td>H. S. Zapallo:</td> <td>10.7%</td> </tr> <tr> <td>Chía:</td> <td>9.3%</td> </tr> </table>	H. Trigo:	80.0%	H. S. Zapallo:	10.7%	Chía:	9.3%
H. Trigo:	83.6%												
H. S. Zapallo:	10.7%												
H. Chía:	5.7%												
H. Trigo:	80.0%												
H. S. Zapallo:	10.7%												
Chía:	9.3%												
 <p><b>M3</b></p> <table border="1"> <tr> <td>H. Trigo:</td> <td>80.0%</td> </tr> <tr> <td>H. S. Zapallo:</td> <td>14.3%</td> </tr> <tr> <td>H. Chía:</td> <td>5.7%</td> </tr> </table>	H. Trigo:	80.0%	H. S. Zapallo:	14.3%	H. Chía:	5.7%	 <p><b>M4</b></p> <table border="1"> <tr> <td>H. Trigo:</td> <td>76.4%</td> </tr> <tr> <td>H. S. Zapallo:</td> <td>14.3%</td> </tr> <tr> <td>H. Chía:</td> <td>9.3%</td> </tr> </table>	H. Trigo:	76.4%	H. S. Zapallo:	14.3%	H. Chía:	9.3%
H. Trigo:	80.0%												
H. S. Zapallo:	14.3%												
H. Chía:	5.7%												
H. Trigo:	76.4%												
H. S. Zapallo:	14.3%												
H. Chía:	9.3%												
 <p><b>M5</b></p> <table border="1"> <tr> <td>H. Trigo:</td> <td>82.5%</td> </tr> <tr> <td>H. S. Zapallo:</td> <td>1.5%</td> </tr> <tr> <td>H. Chía:</td> <td>5.0%</td> </tr> </table>	H. Trigo:	82.5%	H. S. Zapallo:	1.5%	H. Chía:	5.0%	 <p><b>M6</b></p> <table border="1"> <tr> <td>H. Trigo:</td> <td>77.5%</td> </tr> <tr> <td>H. S. Zapallo:</td> <td>12.5%</td> </tr> <tr> <td>H. Chía:</td> <td>10.0%</td> </tr> </table>	H. Trigo:	77.5%	H. S. Zapallo:	12.5%	H. Chía:	10.0%
H. Trigo:	82.5%												
H. S. Zapallo:	1.5%												
H. Chía:	5.0%												
H. Trigo:	77.5%												
H. S. Zapallo:	12.5%												
H. Chía:	10.0%												
 <p><b>M7</b></p> <table border="1"> <tr> <td>H. Trigo:</td> <td>82.5%</td> </tr> <tr> <td>H. S. Zapallo:</td> <td>10.0%</td> </tr> <tr> <td>H. Chía:</td> <td>7.5%</td> </tr> </table>	H. Trigo:	82.5%	H. S. Zapallo:	10.0%	H. Chía:	7.5%	 <p><b>M8</b></p> <table border="1"> <tr> <td>H. Trigo:</td> <td>77.5%</td> </tr> <tr> <td>H. S. Zapallo:</td> <td>15.0%</td> </tr> <tr> <td>H. Chía:</td> <td>7.5%</td> </tr> </table>	H. Trigo:	77.5%	H. S. Zapallo:	15.0%	H. Chía:	7.5%
H. Trigo:	82.5%												
H. S. Zapallo:	10.0%												
H. Chía:	7.5%												
H. Trigo:	77.5%												
H. S. Zapallo:	15.0%												
H. Chía:	7.5%												



**M9**

H. Trigo:	80.0%
H. S. Zapallo:	12.5%
H. Chía:	7.5%



**M10**

H. Trigo:	80.0%
H. S. Zapallo:	12.5%
H. Chía:	7.5%



**M11**

H. Trigo:	80.0%
H. S. Zapallo:	12.5%
H. Chía:	7.5%



**PATRON**

H. Trigo:	100.0%
H. S. Zapallo:	0.0%
H. Chía:	0.0%

## Anexo 8: Determinación de grasas por el método Soxtec.



**Figura 62.** *Determinación de grasas mediante el sistema extractor de grasas SOXHLET.*

**Anexo 9: Determinación de proteínas, grasas y cenizas de materia prima y pan de molde mejor aceptado.**



**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° 20230511-026**

Pág. 1 de 1

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

SOLICITADO POR	: BRAYAN PEDROZA JAMANCA
DIRECCION	: Mz. Z Lote 5 Urb. Villa Maria 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
PRESENTACION DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno transparente cerrada.
CONDICION DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCION	: 2023-05-11
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2023-05-11
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2023-05-12
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 230511-7

**RESULTADOS**

ENSAYOS	MUESTRAS		
	HARINA DE SEMILLA DE ZAPALLO	M7- ACEPTABLE-PAN DE MOLDE DE ZAPALLO +CHIA	MUESTRA CONTROL - PAN DE MOLDE
Proteínas (%) Factor 6,25	27,44	13,53	12,43
Grasa (%)	25,36	14,52	9,49
Cenizas (%)	4,75	2,21	2,30

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.  
 Grasa : UNE 64021 1970  
 Cenizas : UNE 64019 1971

**NOTA :**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :  
 Proportcionadas 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.
- 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 Dirimenda por su perechibilidad 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, Mayo 15 del 2023.  
 GVR/jms



**ANSELMO GUARACÓ RAMOS**  
JEFE DE LABORATORIO  
COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

---

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

**Anexo 10: FOTOS DE LA EVALUACION SENSORIAL**



**Figura 63.** *Evaluación sensorial de los panes de molde.*

## Anexo 11: FICHA DE EVALUACION SENSORIAL

### Ficha de Evaluación sensorial para la Tesis titulada “Pan de Molde con sustitución parcial de harina de trigo por harina de semilla de zapallo y semilla entera de chia”

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

**Indicaciones:** A continuación, se le dará a degustar diferentes tipos de panes de molde los cuales por favor se le pide que evalúen según su criterio y agrado. Deberán calificar los parámetros con una escala cuantitativa con valores del 1 al 7. Donde:

1 = Me desagrada completamente.

5 = Me agrada poco.

2 = Me desagrada.

6 = Me agrada.

3 = Me desagrada poco.

7 = Me agrada completamente.

4 = Ni me disgusta / ni me gusta.

**Recomendaciones:** De preferencia empezar por la muestra control para tener referencia de las características del pan de molde si es que no está acostumbrado a consumirlo y antes de evaluar otra muestra beba un poco de agua.

Código	Parámetros				
	Sabor	Color	Olor	Textura	Aceptabilidad
M-01					
M-02					
M-03					
M-04					
M-05					
M-06					
M-07					
M-08					
M-09					
M-10					
M-11					
M-Control					