



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



“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE MARGARINA POR ACEITE Y CREMA DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS NUTRITIVAS UTILIZANDO HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*), CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Y QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willdenow)”

Yaneth Tania Machaca Condori
Yanet Noemi Ticona Vilca

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Asesora: D.Sc. Olivia Magaly Luque Vilca



Juliaca, 2024

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



**“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE MARGARINA POR ACEITE Y CREMA
DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS
NUTRITIVAS UTILIZANDO HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*),
CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Y QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willdenow)”**

Yaneth Tania Machaca Condori
Yanet Noemi Ticona Vilca

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

Asesora: D.Sc. Olivia Magaly Luque Vilca



Juliaca, 2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE MARGARINA POR ACEITE Y CREMA
DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS
NUTRITIVAS UTILIZANDO HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*),
CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Y QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willdenow)”**

Yaneth Tania Machaca Condori

Yanet Noemi Ticona Vilca

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

Asesora: D.Sc. Olivia Magaly Luque Vilca

Juliaca, 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Machaca, Y., Ticona, Y. (2024). *Efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña (Bertholletia excelsa) en la elaboración de galletas nutritivas utilizando harina de trigo (Triticum aestivum), cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) y quinua (Chenopodium quinoa Willdenow)*. (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional de Juliaca. Juliaca.

AUTOR: Yaneth Tania Machaca Condori y Yanet Noemi Ticona Vilca

TÍTULO: Efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña (*Bertholletia excelsa*) en la elaboración de galletas nutritivas utilizando harina de trigo (*Triticum aestivum*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow).

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2024

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (255 pp)

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

CÓDIGO: 03-000027-03/Y21

NOTA: Incluye bibliografía.

ASESOR: D.Sc. Olivia Magaly Luque Vilca

PALABRAS CLAVES: Castaña, Cañihua, Galleta, Quinua, Reología, Textura

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE MARGARINA POR ACEITE Y CREMA
DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS
NUTRITIVAS UTILIZANDO HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*),
CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Y QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willdenow)”**

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

Presentada por:

Yaneth Tania Machaca Condori

Yanet Noemi Ticona Vilca

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Julio Machaca Yana

PRESIDENTE DE JURADO

M.Sc. José Manuel Prieto

JURADO (Secretario)

M.Sc. Lenin Quille Quille

JURADO (Vocal)

D.Sc. Olivia Magaly Luque Vilca

ASESOR DE TESIS

2° MIEMBRO

3° MIEMBRO

NOMBRE DEL TRABAJO

Efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña (Bertholletia excelsa) en la ela

AUTOR

Yaneth Tania Machaca Condori y Yanet Noemi Ticona Vilca

RECUENTO DE PALABRAS

65603 Words

RECUENTO DE CARACTERES

309889 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

282 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

13.7MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 8, 2024 7:18 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME


Aug 8, 2024 7:21 AM GMT-5**● 8% de similitud general**

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

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)


UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
Facultad de Ingeniería de Procesos Industriales
Unidad de Investigación

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primeramente a Dios, que guía y fortalece cada uno de mis pasos. A mis queridos padres por ser mi principal fuente de apoyo, motivación y ser mi guía a lo largo de toda mi vida. A mi hermana, por estar siempre aportando buenos consejos y ser mi mejor compañía en este largo camino.

Yaneth Tania

En primer lugar está tesis se lo dedico a Dios quien guía mi camino colmándome de bendiciones como también por darme salud y permitirme alcanzar mis metas planteadas.

Este proyecto de tesis se lo dedico de manera especial a mis padres que estuvieron presente durante todo este tiempo, brindándome su (amor, trabajo, dedicación, sacrificio y por sus buenos consejos), cómo también por apoyarme moralmente e incondicionalmente y me impulsaron a seguir adelante sobre todas las cosas, son sin duda mi referencia para el presente y futuro.

Por último a mis hermanas que siempre estuvieron presente en cada logro realizado.

Yanet Noemi

AGRADECIMIENTOS

- En primer lugar, agradecemos a Dios por habernos dado la oportunidad de haber concluido este proyecto de tesis y por habernos dado las fuerzas necesarias para superar los obstáculos que a lo largo de esta investigación se fueron presentando. También por cada una de las bendiciones concedidas.
- Agradecemos infinitamente a la Universidad Nacional de Juliaca (UNAJ) por habernos acogido durante nuestra formación profesional, así también a la Facultad de Procesos Industriales de la E. P. de Ingeniería en Industrias Alimentarias.
- Brindamos un especial agradecimiento a nuestra asesora de tesis a la **D.Sc. Olivia Magaly Luque Vilca** por habernos brindado su tiempo, conocimiento y sabiduría durante todo el desarrollo de la tesis.
- A los miembros del jurado de tesis Dr. Julio Machaca Yana, M.Sc. José Manuel Prieto y M.Sc. Lenin Quille Quille por sus valiosos consejos y orientaciones para que sea posible la realización del desarrollo de la presente tesis.
- Expresar nuestro más sincero reconocimiento a los docentes de todas las áreas por habernos impartido su conocimiento durante los cinco años de carrera profesional.
- Finalmente, expresamos un cordial agradecimiento al encargado del taller de panificación y los laboratorios de la (EPIIA), Sede Ayabacas UNAJ.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
INTRODUCCIÓN.....	xxiv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3.1. Justificación social.....	4
1.3.2. Justificación tecnológica.....	5
1.3.3. Justificación económica.....	5
1.3.4. Justificación medioambiental.....	5

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES.....	6
2.1. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1.1. Galleta.....	7
a. Clasificación	7
b. Materias primas empleadas en el proceso de elaboración de las galletas	8
c. Tipos de masas para la elaboración de galletas	9
d. Propiedades Fisicoquímicas y Microbiológicos de galletas	9
2.1.2. Castaña.....	10
a. Composición química y valor nutricional.....	11
2.1.3. Aceite de castaña	11
2.1.4. Crema de castañas.....	11
2.1.5. Margarina.....	12
a. Componente nutricional de la margarina.....	12
2.1.6. El trigo	13
a. Clasificación taxonómica del trigo	13
2.1.7. Harina de trigo	13
a. Composición química	13
2.1.8. La cañihua.....	14
b. Valor nutricional de la cañihua.....	15
c. Composición química proximal de tres variedades de cañihua	15
2.1.9. Harina de cañihua	15
2.1.10. Quinoa.....	16
a. Clasificación taxonómica de la quinoa	16
b. Variedades de quinoa.....	17
c. Composición química y nutricional.....	17

2.1.11. Ácidos grasos.....	18
a. Ácidos grasos saturados (AGS).....	18
b. Ácidos grasos insaturados	18
c. Ácidos monoinsaturados.....	19
d. Ácidos poliinsaturados	19
2.1.12. Reología de masas	20
2.1.13. Propiedades físicas de la masa para galletas.....	20
a. Extensibilidad	20
b. Elasticidad	20
c. Maleabilidad	20
d. Consistencia.....	20
2.1.14. Farinografía	21
b. Apelmazamiento.....	22
c. Densidad real	22
d. Densidad aparente.....	22
e. Porosidad	22
2.1.15. Extensografía	22
2.1.17. Textura en galletas.....	24
2.1.18. Evaluación sensorial	24
a. Pruebas afectivas.....	24
b. Pruebas de preferencia.....	24
c. Pruebas de grado de satisfacción	24
d. Pruebas de aceptación.....	24

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	25
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	25
3.2.1. Tipo de la investigación.....	25
3.2.2. Nivel de investigación	25
3.3. Método epistemológico de la investigación.....	25
3.4. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	25
3.4.1. Población	25
3.4.2. Tamaño de la muestra.....	26
3.5. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	26
3.5.1. Materia prima.....	26
3.5.2. Insumos.....	26
3.5.3. Materiales.....	26
3.5.4. Materiales para la evaluación sensorial	27
3.5.5. Equipos	27
3.5.6. Reactivos.....	27
3.6. DESARROLLO EXPERIMENTAL.....	28
3.6.1. Descripción del proceso de elaboración de galletas sustituidas de margarina por aceite y crema de castaña.....	29
3.6.2. Diagrama experimental.....	30
3.7. FORMULACIÓN PARA ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS	31
3.7.1. Optimización de los porcentajes de formulación.....	32
3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL	34
3.8.1. Metodología por objetivos	34
Para el objetivo 1	34
a. Variables.....	34

b. Métodos de análisis	35
c. Diseño experimental	35
d. Matriz de diseño para el objetivo 1	36
e. Diseño estadístico	36
Para el objetivo 2	37
a. Variables	37
b. Métodos de análisis	37
c. Diseño experimental	39
d. Matriz de diseño para el objetivo 2	39
e. Diseño estadístico	40
Para el objetivo 3	40
a. Variables	40
b. Métodos de análisis	41
c. Diseño experimental	41
d. Matriz de diseño para el objetivo 3	41
e. Diseño estadístico	42
Para el objetivo 4	42
a. Variables	42
b. Métodos de análisis	43
c. Diseño experimental	43
d. Matriz de diseño para el objetivo 4	44
e. Diseño estadístico	44
3.9.1. Hipótesis general	45
3.9.2. Hipótesis específica	45

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS PROXIMAL DE LA HARINA DE TRIGO, CAÑIHUA Y QUINUA.....	46
4.2. RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO REOLÓGICO DE LA MASA.....	47
4.2.1. Caracterización Farinográfica en Mezclas de Harinas	47
4.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, FISICOQUÍMICAS Y RENDIMIENTO DE LAS GALLETAS	73
4.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA TEXTURA DE LAS GALLETAS.....	101
4.5. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS GALLETAS	109

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES	118
5.2. RECOMENDACIONES	119
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
ANEXOS	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos físico químicos de las galletas	10
Tabla 2: Requisitos microbiológicos de las galletas.....	10
Tabla 3: Composición proximal de la Castaña	11
Tabla 4: Componentes de ácidos grasos del aceite de castaña	11
Tabla 5: Parámetros nutricionales de la crema de castaña por cada (100 g).....	12
Tabla 6: Componente nutricional en 100 g de margarina	12
Tabla 7: Composición química del trigo en grano y harina	14
Tabla 8: Composición químico proximal de la cañihua de variedad (Cupi, Ramis e INIA 406).....	15
Tabla 9: Composición química de la harina de cañihua (en 100 g de la parte comestible)	16
Tabla 10: Variedades y principales características de plantas de Quinoa	17
Tabla 11: Requisitos químico proximal de los granos de la quinua.....	17
Tabla 12: Componente proximal (en 100g de la quinua)	18
Tabla 13: Formulación base para la elaboración de galletas	31
Tabla 14: Formulación galletera para la elaboración de galletas	32
Tabla 15: Formulación para la elaboración de galletas dulces	32
Tabla 16: Variables independientes, valores y códigos que se utilizaron en la optimización de las mezclas de la harina de quinua y cañihua	32
Tabla 17: Formulaciones obtenidas mediante el diseño central compuesto para elaborar las galletas nutritivas a base de harina de quinua y cañihua.....	33
Tabla 18: Variables independientes, valores y códigos de las mezclas de aceite y crema de castaña para la elaboración de galletas	33
Tabla 19: Formulaciones obtenidas mediante el diseño central compuesto para elaborar las galletas sustituidas con aceite y crema de castaña	33
Tabla 20: Variables independientes, valores y códigos que se emplearon en la optimización de las mezclas de la harina de cañihua y quinua	36
Tabla 21: Formulaciones obtenidas mediante el Diseño Central Compuesto (DCC) para elaborar las galletas nutritivas de harina de quinua y cañihua.....	36
Tabla 22: Variables independientes, códigos y valores de las mezclas de aceite y crema de castaña.....	39

Tabla 23: Formulaciones obtenidas mediante el diseño central compuesto para elaborar las galletas sustituidas con aceite y crema de castaña	40
Tabla 24: Variables independientes, códigos y valores de las mezclas de aceite y crema de castaña.....	41
Tabla 25: Formulaciones obtenidas mediante el diseño central compuesto para elaborar las galletas sustituidas con aceite y crema de castaña	42
Tabla 26: Variables independientes, códigos y valores de las mezclas de aceite y crema de castaña.....	44
Tabla 27: Formulaciones obtenidas mediante el diseño central compuesto para elaborar las galletas sustituidas con aceite y crema de castaña	44
Tabla 28: Resultados del análisis proximal de la harina de trigo (HT), cañihua y quinua	46
Tabla 29: Análisis fisicoquímico del aceite de castaña	47
Tabla 30: Resultados de los análisis farinográficos de las mezclas de harina de cañihua (HC) y quinua (HQ)	48
Tabla 31: Resultados de los parámetros Extensográficos de las mezclas de harina de cañihua y quinua	58
Tabla 32: Resultado de la optimización de la harina de cañihua y quinua en función al comportamiento reológico de la masa	72
Tabla 33: Parámetros fisicoquímicos de las galletas con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña	73
Tabla 34: Resultados de las características físicas de las galletas con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña.	87
Tabla 35: % de Rendimiento de las galletas con sustitución de aceite y crema de castaña.....	98
Tabla 36: Resultados de la textura de las galletas con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña	101
Tabla 37: Resultados en promedio de apariencia general, para los trece tratamientos de galletas con sustitución de aceite y crema de castaña	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura química del ácido esteárico.....	18
Figura 2: Estructura química del ácido oleico	19
Figura 3: Estructura química del ácido linoleico.....	19
Figura 4: Farinografía de la masa de harina de trigo.....	21
Figura 5: Extensograma de harina de trigo.....	23
Figura 6: Diagrama de flujo para la elaboración de crema de castaña.....	28
Figura 7: Diagrama de flujo para la elaboración de la galleta patrón.....	28
Figura 8: Diagrama de flujo de la elaboración de galletas utilizando harina de trigo, cañihua y quinua con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña.....	29
Figura 9: Metodología experimental de la elaboración de galletas con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña.....	31
Figura 10: Diseño experimental del comportamiento reológico de la masa	35
Figura 11: Diseño experimental de las características físicas, fisicoquímicas y rendimiento de las galletas.....	39
Figura 12: Diseño experimental de la textura de las galletas	41
Figura 13: Diseño experimental de la aceptabilidad de las galletas	43
Figura 14: Diagrama de Pareto estandarizado para la absorción de agua (%).	49
Figura 15: Gráfico de efectos principales de la variable absorción de agua (%).	50
Figura 16: Gráfico de superficie de respuesta de la variable absorción de agua (%).	51
Figura 17: Diagrama de Pareto estandarizado para consistencia de la masa (FE).	52
Figura 18: Gráfico de efectos principales de la variable consistencia (FE).	53
Figura 19: Gráfico de superficie de respuesta de la variable consistencia (FE).	54
Figura 20: Diagrama de Pareto estandarizado para estabilidad de la masa (mm:ss).	55
Figura 21: Gráfico de efectos principales de la variable Estabilidad de la masa (mm:ss).	56
Figura 22: Gráfico de superficie de respuesta de la variable Estabilidad de la masa (mm:ss).	57
Figura 23: Diagrama de Pareto estandarizado para la resistencia a la extensión de la masa a 30 min.	59
Figura 24: Gráfico de efectos principales de la variable resistencia a la extensión (BU) a 30 min.	59

Figura 25: Gráfico de superficie de respuesta de la variable resistencia a la extensión (BU) a 30 min.	60
Figura 26: Diagrama de Pareto estandarizado para la resistencia a la extensión de la masa a 60 min.	61
Figura 27: Gráfico de efectos principales de la variable resistencia a la extensión (BU) a 60 min.	61
Figura 28: Gráfico de superficie de respuesta de la variable resistencia a la extensión (BU) a 60 min.	62
Figura 29: Diagrama de Pareto estandarizado para la resistencia a la extensión de la masa a 90 min.	63
Figura 30: Gráfico de efectos principales de la variable resistencia a la extensión (BU) a 90 min.	64
Figura 31: Gráfico de superficie de respuesta de la variable resistencia a la extensión (BU) a 90 min.	65
Figura 32: Diagrama de Pareto estandarizado para la extensibilidad de la masa a 30 min.	65
Figura 33: Gráfico de efectos principales de la variable extensibilidad (mm) a 30 min.	66
Figura 34: Gráfico de superficie de respuesta de la variable extensibilidad (mm) a 30 min.	66
Figura 35: Diagrama de Pareto estandarizado para la extensibilidad de la masa a 60 min.	67
Figura 36: Gráfico de efectos principales de la variable extensibilidad (mm) a 60 min.	68
Figura 37: Gráfico de superficie de respuesta de la variable extensibilidad (mm) a 60 min.	68
Figura 38: Diagrama de Pareto estandarizado para la extensibilidad de la masa a 90 min.	69
Figura 39: Gráfico de efectos principales de la variable extensibilidad (mm) a 90 min.	71
Figura 40: Gráfico de superficie de respuesta de la variable extensibilidad (mm) a 90 min.	71
Figura 41: Diagrama de Pareto estandarizado para la humedad (%) de la galleta.	74

Figura 42: Gráfico de efectos principales de la variable humedad (%) de las galletas.....	76
Figura 43: Gráfico de efectos principales y superficie de respuesta de la variable humedad (%) de las galletas.	76
Figura 44: Diagrama de Pareto estandarizado para la ceniza (%) de las galletas.	77
Figura 45: Gráfico de efectos principales de la variable ceniza (%) de las galletas.....	78
Figura 46: Gráfico de superficie de respuesta de la variable ceniza (%) de las galletas.....	79
Figura 47: Diagrama de Pareto estandarizado para la proteína (%) de las galletas.....	79
Figura 48: Gráfico de efectos principales de la variable proteína (%) de las galletas.....	80
Figura 49: Gráfico de superficie de respuesta de la variable proteína (%) de las galletas.....	80
Figura 50: Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de peróxido (Meq/kg) de las galletas.....	82
Figura 51: Gráfico de efectos principales de la variable índice de peróxido (Meq/kg) de las galletas.....	83
Figura 52: Gráfico de superficie de respuesta de la variable índice de peróxido (Meq/kg) de las galletas.....	84
Figura 53: Diagrama de Pareto estandarizado para la acidez (%) de las galletas.	85
Figura 54: Gráfico de efectos principales de la variable índice de peróxido (Meq/kg) de las galletas.....	85
Figura 55: Gráfico de superficie de respuesta de la variable acidez (%) de las galletas.....	86
Figura 56: Diagrama de Pareto estandarizado para el peso (g) de las galletas.....	88
Figura 57: Gráfico de efectos principales de la variable peso (g) de las galletas.....	89
Figura 58: Gráfico de superficie de respuesta de la variable peso (g) de las galletas.....	89
Figura 59: Diagrama de Pareto estandarizado para el espesor (mm) de las galletas.....	90
Figura 60: Gráfico de efectos principales de la variable espesor (mm) de las galletas.....	91

Figura 61: Gráfico de superficie de respuesta de la variable espesor (mm) de las galletas.....	91
Figura 62: Diagrama de Pareto estandarizado para el coeficiente de excentricidad de las galletas.....	92
Figura 63: Gráfico de efectos principales de la variable coeficiente de excentricidad de las galletas.....	93
Figura 64: Gráfico de superficie de respuesta de la variable coeficiente de excentricidad de las galletas.....	93
Figura 65: Diagrama de Pareto estandarizado para el coeficiente de dilatación de las galletas.....	94
Figura 66: Gráfico de efectos principales de la variable coeficiente de dilatación de las galletas.	95
Figura 67: Gráfico de superficie de respuesta de la variable coeficiente de dilatación de las galletas.	95
Figura 68: Diagrama de Pareto estandarizado para el volumen (cm ³) de las galletas.....	96
Figura 69: Gráfico de efectos principales de la variable volumen (cm ³) de las galletas.....	97
Figura 70: Gráfico de superficie de respuesta de la variable volumen (cm ³) de las galletas.....	97
Figura 71: Diagrama de Pareto estandarizado para el rendimiento (%) de las galletas.....	99
Figura 72: Gráfico de efectos principales de la variable rendimiento (%) de las galletas.....	100
Figura 73: Gráfico de superficie de respuesta de la variable rendimiento (%) de las galletas.....	100
Figura 74: Diagrama de Pareto estandarizado para la dureza (N) de las galletas.	102
Figura 75: Gráfico de efectos principales de la variable dureza (N) de las galletas.....	105
Figura 76: Gráfico de superficie de respuesta de la variable dureza (N) de las galletas.....	106
Figura 77: Diagrama de Pareto estandarizado para la fracturabilidad (N) de las galletas.....	107

Figura 78: Gráfico de efectos principales de la variable fracturabilidad (N) de las galletas.....	107
Figura 79: Gráfico de superficie de respuesta de la variable fracturabilidad (N) de las galletas.....	108
Figura 80: Comparación de medias y prueba de Tukey para el atributo color.....	110
Figura 81: Comparación de medias y prueba de Tukey para el atributo sabor.	112
Figura 82: Comparación de medias y prueba de Tukey para el atributo olor.	113
Figura 83: Comparación de medias y prueba de Tukey para el atributo textura.....	115
Figura 84: Comparación de medias y prueba de Tukey para el atributo apariencia general.....	116

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.	143
Anexo 2: Formulaciones para la elaboración de galletas nutritivas con sustitución de margarina por aceite de castaña y crema de castaña.	148
Anexo 3: Determinación del Análisis farinográfico.	148
Anexo 4: Determinación del Análisis extensográfico.	149
Anexo 5: Determinación de Humedad.	149
Anexo 6: Determinación de Acidez Titulable.	150
Anexo 7: Determinación de Cenizas Totales.	151
Anexo 8: Determinación del Índice de peróxido.	152
Anexo 9: Determinación de proteína total.	153
Anexo 10: Cartilla de evaluación sensorial- Escala Hedónica.	154
Anexo 11: Resultado del Farinograma del tratamiento T1 (HC: 10% + HQ: 10%)	155
Anexo 12: Resultado del Farinograma del tratamiento T2 (HC: 25% + HQ: 10%)	156
Anexo 13: Resultado del Farinograma del tratamiento T3 (HC: 10% + HQ: 25%)	157
Anexo 14: Resultado del Farinograma del tratamiento T4 (HC: 25% + HQ: 25%)	158
Anexo 15: Resultado del Farinograma del tratamiento T5 (HC: 6.89% + HQ: 17.50%).....	159
Anexo 16: Resultado del Farinograma del tratamiento T6 (HC: 28.11% + HQ: 17.50%).....	160
Anexo 17: Resultado del Farinograma del tratamiento T7 (HC: 17.50% + HQ: 6.89%).....	161
Anexo 18: Resultado del Farinograma del tratamiento T8 (HC: 17.50% + HQ: 28.11%).....	162
Anexo 19: Resultado del Farinograma del tratamiento T9 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%).....	163
Anexo 20: Resultado del Farinograma del tratamiento T10 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%).....	164
Anexo 21: Resultado del Farinograma del tratamiento T11 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%).....	165
Anexo 22: Resultado del Farinograma del tratamiento T12 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%).....	166

Anexo 23: Resultado del Farinograma del tratamiento T13 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%).....	167
Anexo 24: Resultado del farinograma de la muestra testigo (HT: 100%).....	168
Anexo 25: Resultado del extensograma del tratamiento T1 (HC: 10% + HQ: 10%).....	169
Anexo 26: Resultado del extensograma del tratamiento T2 (HC: 25% + HQ: 10%).....	170
Anexo 27: Resultado del extensograma del tratamiento T3 (HC: 10% + HQ: 25%).....	171
Anexo 28: Resultado del extensograma del tratamiento T4 (HC: 25% + HQ: 25%).....	172
Anexo 29: Resultado del extensograma del tratamiento T5 (HC: 6.89% + HQ: 17.50%).....	173
Anexo 30: Resultado del extensograma del tratamiento T6 (HC: 28.11% + HQ: 17.50%).....	174
Anexo 31: Resultado del extensograma del tratamiento T7 (HC: 17.50% + HQ: 6.89%).....	175
Anexo 32: Resultado del extensograma del tratamiento T8 (HC: 17.50% + HQ: 28.11%).....	176
Anexo 33: Resultado del extensograma del tratamiento T9 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%).....	177
Anexo 34: Resultado del extensograma del tratamiento T10 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%).....	178
Anexo 35: Resultado del extensograma del tratamiento T11 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%).....	179
Anexo 36: Resultado del extensograma del tratamiento T12 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%).....	180
Anexo 37: Resultado del extensograma del tratamiento T13 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%).....	181
Anexo 38: Resultado del extensograma de la muestra testigo (HT: 100%).....	182
Anexo 39: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T1 (AC: 25% + CC: 25%).....	183
Anexo 40: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T2 (AC: 50% + CC: 25%).....	183

Anexo 41: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T3 (AC: 25% + CC: 50%).....	183
Anexo 42: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T4 (AC: 50% + CC: 50%).....	184
Anexo 43: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T5 (AC: 19.82% + CC: 37.50%.....	184
Anexo 44: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T6 (AC:55.18% + CC:37.50%).....	184
Anexo 45: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T7 (AC: 37.50% + CC: 19.82%).....	185
Anexo 46: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T8 (AC: 37.50% + CC: 55.18%).....	185
Anexo 47: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T9 (AC: 37.50% + CC: 37.50%).....	185
Anexo 48: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T10 (AC: 37.50% + CC: 37.50%).....	186
Anexo 49: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T11 (AC: 37.50% + CC: 37.50%).....	186
Anexo 50: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T12 (AC: 37.50% + CC: 37.50%).....	186
Anexo 51: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T13 (AC: 37.50% + CC: 37.50%).....	187
Anexo 52: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta Testigo al 100% de Margarina.....	187
Anexo 53: Análisis de Varianza de la absorción de agua (%).....	188
Anexo 54: Análisis de Varianza de la consistencia de la masa (FE).....	188
Anexo 55: Análisis de Varianza de la Estabilidad de la masa (mm:ss)	189
Anexo 56: Análisis de Varianza de la resistencia a la extensión (30 min).....	190
Anexo 57: Análisis de Varianza de la resistencia a la extensión (60 min).....	190
Anexo 58: Análisis de Varianza de la resistencia a la extensión (90 min).....	191
Anexo 59: Análisis de Varianza de la Extensibilidad (30 min)	192
Anexo 60: Análisis de Varianza de la extensibilidad (60 min)	192
Anexo 61: Análisis de Varianza de la Extensibilidad (90 min).	193
Anexo 62: Análisis de Varianza de la humedad (%).....	194

Anexo 63: Análisis de Varianza de la ceniza (%)	194
Anexo 64: Análisis de Varianza de la proteína (%)	195
Anexo 65: Análisis de Varianza del Índice de Peróxido (Meq/Kg)	196
Anexo 66: Análisis de Varianza de la Acidez (%)	196
Anexo 67: Análisis de Varianza del peso (g)	197
Anexo 68: Análisis de Varianza del espesor (mm)	198
Anexo 69: Análisis de Varianza del Coeficiente de excentricidad	198
Anexo 70: Análisis de Varianza del Coeficiente de dilatación	199
Anexo 71: Análisis de Varianza del volumen (cm ³) de las galletas	200
Anexo 72: Análisis de Varianza del Rendimiento (%).....	200
Anexo 73: Análisis de Varianza de la dureza (N) de las galletas	201
Anexo 74: Análisis de Varianza de la fracturabilidad (N) de las galletas	202
Anexo 75: Análisis de Varianza del Atributo Color de las galletas	202
Anexo 76: Análisis de Varianza del Atributo Sabor de las galletas	203
Anexo 77: Análisis de Varianza del Atributo Olor de las galletas	204
Anexo 78: Análisis de Varianza del Atributo Textura de las galletas	205
Anexo 79: Análisis de Varianza del Atributo Apariencia General de las galletas	206
Anexo 80: Análisis de la textura de la galleta con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña	207
Anexo 81: Panel fotográfico del análisis farinográfico de las mezclas de harina de cañihua y quinua	207
Anexo 82: Panel fotográfico del análisis extensográfico de la masa de harina de cañihua y quinua	208
Anexo 83: Panel fotográfico de la evaluación de las características físicas de las galletas.....	209
Anexo 84: Panel fotográfico del análisis de la humedad de las galletas	209
Anexo 85: Panel fotográfico del análisis de acidez de las galletas	210
Anexo 86: Panel fotográfico del análisis de cenizas de las galletas	210
Anexo 87: Proceso de elaboración de las galletas con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña	211
Anexo 88: Evaluación sensorial de las galletas.....	213
Anexo 89: Resultado de la evaluación sensorial de las galletas.....	215
Anexo 90: Resultados de la evaluación sensorial de las galletas en el atributo color	216

Anexo 91: Resultados de la evaluación sensorial de las galletas en el atributo Sabor	218
Anexo 92: Resultados de la evaluación sensorial de las galletas en el atributo Olor	220
Anexo 93: Resultados de la evaluación sensorial de las galletas en el atributo Textura.....	222
Anexo 94: Desviación estándar de la absorción de agua de los 13 tratamientos de la mezcla de harina de (HT+HC+HQ) y la formulación testigo.....	225
Anexo 95: Desviación estándar de la consistencia de la masa (FE) de los 13 tratamientos y la formulación testigo	225
Anexo 96: Desviación estándar del tiempo de estabilidad de los 13 tratamientos y la formulación testigo	226
Anexo 97: Desviación estándar de la resistencia a la extensión (BU) a 30 min de los 13 tratamientos y la formulación testigo	226
Anexo 98: Desviación estándar de la extensibilidad de la masa (mm) a 30 min de los 13 tratamientos y la formulación testigo	227
Anexo 99: Desviación estándar del peso (g) y espesor (mm) de los 13 tratamientos y la galleta testigo	228
Anexo 100: Desviación estándar del coeficiente de excentricidad y coeficiente de dilatación de los 13 tratamientos y la galleta testigo	229
Anexo 101: Desviación estándar del volumen de los 13 tratamientos y la galleta testigo.....	230
Anexo 102: Desviación estándar del porcentaje de rendimiento de los 13 tratamientos y la galleta testigo	230
Anexo 103: Desviación estándar de la acidez (%) y cenizas (%) de los 13 tratamientos y la galleta testigo.....	231
Anexo 104: Desviación estándar del índice de peróxido (Meq/kg) y proteína (%) de los 13 tratamientos y la galleta testigo.....	232
Anexo 105: Desviación estándar de la humedad (%) de los 13 tratamientos y la galleta testigo	233
Anexo 106: Resultados de las réplicas y desviación estándar de la textura de los 13 tratamientos y la galleta testigo	234
Anexo 107: Certificado del análisis fisicoquímico de la harina de trigo.....	235
Anexo 108: Certificado del análisis fisicoquímico de la harina de cañihua.....	236

Anexo 109: Certificado del análisis fisicoquímico de la harina de quinua	237
Anexo 110: Certificado del análisis fisicoquímico del aceite de castaña.....	238
Anexo 111: Certificado del análisis fisicoquímico de las galletas	239
Anexo 112: Balance de materia y energía de la elaboración de la crema de castaña.....	241
Anexo 113: Balance de materia y energía de la galleta más aceptable	244
Anexo 114: Balance de materia de la galleta testigo.....	249
Anexo 115: Costo de la galleta más aceptable T7 elaborada con harina de cañihua y quinua con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña	255

RESUMEN

El consumo de galletas nutritivas tiene distintos aportes energéticos de sus macro y micronutrientes (proteínas, como los hidratos de carbono, y minerales) y diversas vitaminas dependiendo del consumidor. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña sobre las características reológicas de la masa, físicas, fisicoquímicas, rendimiento, textura y de aceptabilidad en la elaboración de galletas nutritivas utilizando harina de trigo, cañihua y quinua. Para determinar el tratamiento óptimo en función a las características reológicas se utilizó el Diseño Central Compuesto (DCC), con 5 niveles de sustitución (HC: 6.89%, 10%, 17.50%, 25% y 28.11%) y (HQ: 6.89%, 10%, 17.50% , 25% y 28.11%), donde la formulación óptima fue el T2 (HC: 25% + HC: 10%), a la cual se sustituyó la margarina por aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC) para la elaboración de galletas en porcentajes de (AC: 19.82%, 25%, 37.50%, 50% y 55.18%) y (CC: 19.82%, 25%, 37.50%, 50% y 55.18%). Posteriormente se evaluó las características físicas y fisicoquímicas, donde el T8 obtuvo mayor proteína (11.38%), ceniza el T6 (2.92%), humedad el T4 con (3.2%), el menor valor de índice de peróxido fue el T12 (1.02 Meq/kg) y acidez el T11 (0.018%). Respecto a la textura el T4 presentó mayor dureza y fracturabilidad con 51.21 N y 45.72 N y finalmente para la aceptabilidad de las galletas se empleó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y con la prueba de comparación Tukey (α : 5%), donde el T7 fue la más aceptable respecto a la apariencia general, el cual fue evaluado por 100 jueces no entrenados a una escala hedónica de 7 puntos. La sustitución de margarina por aceite y crema de castaña aumentó la dureza y fracturabilidad de las galletas.

Palabras clave: Castaña, Cañihua, Galleta, Quinua, Reología, Textura.

ABSTRACT

The consumption of nutritious cookies has different energy contributions from their macro and micronutrients (proteins, such as carbohydrates, and minerals) and various vitamins depending on the consumer. The objective of this research was to evaluate the effect of replacing margarine with oil and chestnut cream on the rheological characteristics of the dough, physical, physicochemical, performance, texture and acceptability in the preparation of nutritious cookies using wheat flour, cañihua and quinoa. To determine the optimal treatment based on the rheological characteristics, the Central Composite Design (CDC) was used, with 5 levels of substitution (HC: 6.89%, 10%, 17.50%, 25% and 28.11%) and (HQ: 6.89% , 10%, 17.50%, 25% and 28.11%), where the optimal formulation was T2 (HC: 25% + HC: 10%), to which the margarine was replaced by chestnut oil (CA) and cream of chestnut (CC) for the preparation of cookies in percentages of (AC: 19.82%, 25%, 37.50%, 50% and 55.18%) and (CC: 19.82%, 25%, 37.50%, 50% and 55.18%). Subsequently, the physical and physicochemical characteristics were evaluated, where T8 obtained the highest protein (11.38%), ash in T6 (2.92%), humidity in T4 with (3.2%), the lowest peroxide index value was T12 (1.02 Meq/ kg) and acidity T11 (0.018%). Regarding the texture, T4 presented greater hardness and fractureability with 51.21 N and 45.72 N and finally for the acceptability of the cookies, the completely randomized block design (DBCA) and the Tukey comparison test (α : 5%) were used, where T7 was the most acceptable regarding general appearance, which was evaluated by 100 untrained judges on a 7 point hedonic scale. Replacing margarine with oil and chestnut cream increased the hardness and breakability of the cookies.

Keywords: Chestnut, Cañihua, Cookie, Quinoa, Rheology, Texture.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, se están produciendo variaciones fundamentales en la alimentación de los habitantes de los países desarrollados. Uno de los aspectos que ha logrado una relevancia primordial es la cantidad de grasa consumida, así como la composición de la misma. En general, el consumo excesivo de grasa ha dado lugar a que cada vez sea mayor el número de personas con sobrepeso y obesidad, así como con enfermedades cardiovasculares (Botella *et al.*, 2023).

De acuerdo a las cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades cardiovasculares son causa de 17.9 millones de muertes por año. En América Latina, la realidad es parecido; igualmente, esta situación también se ve evidenciado en nuestro país, estando dentro de las primeras causas de muerte las enfermedades del sistema cardiovascular (OMS, 2018). Diversas investigaciones demostraron la correlación entre los ácidos grasos trans y el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Ascherio y Willett (1997), encontraron que los AGT incrementan el colesterol total y la lipoproteína de alta densidad (colesterol malo) aproximadamente dos veces más que los AGS (Öztürk *et al.*, 2012). Para tratar de contener estos problemas, algunos países y organizaciones de la salud han legalizado límites de presencia de AGT en alimentos, es por ello que las industrias están obligadas cada día más a reducir a cero o disminuir el contenido de trans en los productos (Nor y Miskandar, 2007).

En la actualidad, ha sido necesario desarrollar formulaciones de productos horneados reducidos en grasas que simulen el contenido de grasa de los productos homólogos y que no incida de manera negativa en la textura de estos productos (Carroll, 1990). Las grasas pueden ser parcialmente reemplazadas por compuestos que presenten propiedades funcionales similares a ellas, en tanto que, la sustitución completa de las grasas y la obtención de productos de elevada calidad no es probable (Shukla, 1995).

El aceite de castaña, es rico en grasas insaturadas, la fracción lipídica varía de 65,5 a 69,8%, (Takeuchi y Egea, 2019), asimismo tiene la tendencia a disminuir el nivel de colesterol en la sangre. La castaña contiene aproximadamente 67% de óleo en el estado de madurez óptimo de la semilla (AGECEX, 2009). Considerando estos antecedentes, el propósito principal de la tesis fue evaluar el efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña sobre las características reológicas de la masa, físicas, fisicoquímicas, rendimiento, textura y de aceptabilidad de las galletas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las galletas contienen altos niveles de grasas, de las cuales las fuentes más importantes son las grasas hidrogenadas su contenido en las formulaciones determina la textura del producto final proveyendo atributos deseables (Zoulias *et al.*, 2000; Ghotra *et al.*, 2002). Sin embargo, las grasas hidrogenadas (margarina) causa problemas de salud a las personas, debido a que presentan grandes proporciones de ácidos grasos trans (AGT) (Bayard y Wolff, 1995). Como afirma (Tavani *et al.*, 1997), llevaron a cabo un estudio en 429 mujeres italianas de entre 18 y 74 años de edad, observando que una ingesta elevada o media de margarina se asociaba con un incremento en el riesgo de padecer infarto agudo de miocardio.

Los ácidos grasos trans están estrechamente relacionados con el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares, puesto que su alto consumo produce un incremento en el contenido de colesterol total y de las lipoproteínas de baja densidad (LDL colesterol) y una disminución en el contenido de las lipoproteínas de alta densidad (HDL colesterol) (Ruiz *et al.*, 2004; Clayton *et al.*, 2005). Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte a nivel mundial y se estima que provocan 1,8 millones de decesos anuales en la Región de las Américas (OPS, 2017).

Aunque se sabe el alto contenido nutricional de las harinas regionales, no se ha logrado establecer su ingesta multitudinario en la población y menos en los adolescentes, esto puede ser debido a la escasa difusión de las propiedades de los granos andinos (Huamán *et al.*, 2014). En la región Puno, es escaso el consumo de las harinas como la quinua y cañihua (Porrás *et al.*, 2006), ya que el consumo per cápita anual de granos andinos en Perú solo llega a los 2 kilos (MINAGRI, 2020), debido a que estos granos andinos al momento de su consumo en la gran mayoría de los casos no son agradables sensorialmente (olor, sabor y color). Dando como resultado una situación problemática de desnutrición en el ser humano (Curasma, 2021). Por otro lado, el consumo de las grasas vegetales como la castaña es casi

nula, debido a que la población no conoce las propiedades de este aceite además de que este producto tiene un costo elevado en comparación a los aceites convencionales que existen en el mercado (Pachas *et al.*, 2004).

El consumo de los alimentos andinos está disminuyendo debido al aumento y progreso de los alimentos industrializados; esto conlleva a una serie de cambios culturales de la zona rural y urbana olvidando que los alimentos tradicionales son más nutritivos y saludables (Rosales, 2016). Sabiendo la alta ingesta de la harina de trigo en productos de panificación produce problemas diversos a la salud. La hibridación que padeció el trigo unido al procedimiento de triturado y refinado, lo convierte en un alimento con muy bajo valor nutricional, bajos niveles de vitaminas y minerales, lo que incide negativamente en la salud de los consumidores. Por lo que, la harina tiene una mayor cantidad de gluten, y nuestro cuerpo no tiene las enzimas necesarias para su digestión, adicionalmente a esto, este tipo de harinas refinadas, se convierten en glucosa rápidamente y pasan a la sangre, y todo el excedente que no necesitan las células para la energía, se transforma en grasas almacenadas, lo que ha generado que actualmente existan en el mundo muchos problemas de diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares (Baravalle, 2013).

Por ello surgen las siguientes preguntas de investigación

Problema general:

- ¿Cuál será el efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña sobre las características reológicas de la masa, físicas, fisicoquímicas, rendimiento, textura y de aceptabilidad en la elaboración de galletas nutritivas utilizando harina de trigo, cañihua y quinua?

Problemas específicos:

- ¿Cuál será la formulación óptima de las mezclas de harina de trigo, cañihua y quinua en función al comportamiento reológico de la masa (consistencia de la masa, tiempo de elasticidad, extensibilidad, resistencia a la extensión y absorción de agua)?

- ¿Cuál será el efecto de la sustitución de aceite y crema de castaña en función a las características físicas (coeficiente de excentricidad, coeficiente de dilatación, espesor, peso y volumen), fisicoquímicas (Índice de peróxido, acidez, humedad, cenizas totales y proteínas) y rendimiento en la formulación óptima de la galleta nutritiva utilizando harina de trigo, cañihua y quinua?
- ¿Cuál será el efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña en función a la textura (dureza, fracturabilidad y masticabilidad) de las galletas utilizando el texturómetro?
- ¿Cuál será la aceptabilidad de las galletas utilizando la mezcla óptima de la harina de trigo, cañihua y quinua con diferentes porcentajes de sustitución de margarina por aceite y crema de castaña?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña sobre las características reológicas de la masa, físicas, fisicoquímicas, rendimiento, textura y de aceptabilidad en la elaboración de galletas nutritivas utilizando harina de trigo, cañihua y quinua.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la formulación óptima de las mezclas de harina de trigo, cañihua y quinua en función al comportamiento reológico de la masa (consistencia de la masa, tiempo de elasticidad, extensibilidad, resistencia a la extensión y absorción de agua).
- Evaluar el efecto de la sustitución de aceite y crema de castaña en función a las características físicas (coeficiente de excentricidad, coeficiente de dilatación, espesor, peso y volumen), fisicoquímicas (Índice de peróxido, acidez, humedad, cenizas totales y proteínas) y rendimiento en la formulación óptima de la galleta nutritiva utilizando harina de trigo, cañihua y quinua.
- Evaluar el efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña en función a la textura (dureza y fracturabilidad) de las galletas utilizando el texturómetro.

- Evaluar la aceptabilidad de las galletas utilizando la mezcla óptima de la harina de trigo, cañihua y quinua con diferentes porcentajes de sustitución de margarina por aceite y crema de castaña.

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.3.1. Justificación social

Es necesario desarrollar formulaciones de productos horneados reducidos en grasas que simulen el contenido de grasa de los productos homólogos y que no incida de forma negativa en la textura de estos productos (Carroll, 1990). El consumo de alimentos alternativos derivados de harinas integrales contribuye significativamente a una buena nutrición. Por consiguiente la presente investigación se realizó con la finalidad de sustituir las grasas trans que contiene la margarina por aceite y crema de castaña en la elaboración de galletas, a fin de brindar una alternativa o solución para cuidar la salud de las personas así también este producto además de contener mayor valor nutricional va contener bajos niveles de grasa saturada y trans en comparación de las galletas comerciales, debido a que la castaña tiene un alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) y ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) y la baja concentración de ácidos grasos saturados (SFA) (Takeuchi y Egea, 2019).

Así mismo la castaña es una buena fuente de fenoles, muchos de los cuales tienen propiedades antioxidantes y fitoesteroles, que puede interferir con la absorción de colesterol, además tiene el potencial para la prevención de enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades crónicas (Thomson, 2011). Así también es rico en grasas insaturadas, contiene aproximadamente 67% de óleo en el estado de madurez óptima de la semilla del mismo modo el aceite de castaña es rico en omega 6 y vitamina E, se caracteriza por su agradable sabor, contiene 46% de omega 6 y 30% de omega 9, además de calcio, fósforo, potasio, selenio, magnesio, hierro, vitaminas C y B2 (AGECEX, 2009).

El consumo de cañihua disminuye el riesgo de padecer enfermedades del corazón, contribuye a prevenir la obesidad, disminuye el riesgo de presentar algunos tipos de cáncer, como el de colon; pues la fibra y el almidón presentes en estos alimentos fermentan en el colon, lo que ayuda a mejorar el tránsito intestinal (Juárez y Quispe, 2016). En cuanto a la quinua tiene un alto contenido de proteínas y fibra (Bartolo, 2013). Así también contiene

una gran cantidad de beneficios para la salud metabólica, cardiovascular y gastrointestinal en humanos, ya que contiene fitoquímicos que incluyen saponinas, fitoesteroles, fitoecdisteroides (Villacr'es *et al.*, 2013).

1.3.2. Justificación tecnológica

Este trabajo se enfoca en la sustitución de la margarina por aceite y crema de castaña en la elaboración de galletas nutritivas a base de harina de cañihua y quinua, lo cual nos lleva a desarrollar un producto con valor nutricional mejorado, mejora en la textura y sabor, aprovechamiento de granos andinos cultivados en la zona por lo que se promueve la agricultura local, reduce la dependencia de insumos importados y fomenta prácticas agrícolas sostenibles. También se busca la diversificación de productos que puede tener un impacto positivo en la salud de los consumidores como en la viabilidad comercial del producto.

1.3.3. Justificación económica

Con esta investigación se puede generar beneficios económicos a través de la reducción de costos debido a que el aceite y crema de castaña ofrece estabilidad de precios, la eficiencia de los insumos que ayuda a mitigar los riesgos relacionados con la volatilidad de los precios de los productos básicos, el valor agregado y diferenciación en el mercado por la inclusión del aceite de castaña, crema de castaña, la harina de cañihua y harina de quinua que permite establecer precios competitivos para las galletas debido a su perfil nutricional y su asociación con insumos saludables y de calidad. Por lo tanto, se tiene ventajas competitivas que impulsan la rentabilidad de las galletas.

1.3.4. Justificación medioambiental

El presente proyecto de investigación tiene un impacto positivo en el medio ambiente, como la conservación de los recursos naturales, promoción de la biodiversidad que considera el cultivo de los granos andinos que son importantes para la preservación de la diversidad genética y cultural de la región. También permitirá fomentar la agricultura sostenible, lo que contribuye a la conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas locales debido a que este tipo de cultivos como la quinua y cañihua suelen ser cultivados de manera tradicional sin el uso excesivo de productos químicos agresivos ni la deforestación asociada con la expansión de los monocultivos. Estas acciones permiten una producción y consumo más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Bazurto (2015), en la “Evaluación de los efectos del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*), harina de haba (*Vicia faba*) y proteína de soja (*Glycine max*) en la obtención de galletas fortificadas, con fines alimentarios”. Determinó la influencia de las concentraciones de (H_{Trigo} + y H_{Haba}) con distintas concentraciones de aceite sachá inchi y mantequilla y la adición de proteína de soja. Utilizaron el diseño de bloques con arreglo factorial $A \times B \times C$ y 2 repeticiones considerando como factor A: (HT: 60% + HH: 40%) y (HT: 90% + HH: 10%), factor B: (sachá inchi 50% y Mantequilla 50%, mantequilla 100% y sachá inchi 100%) y factor C: (sin adición y adición al 5% de proteína de soja). Donde el mejor rendimiento fue la interacción a0b2c1 (harina de trigo 60% y harina de haba 40% *sachá inchi 100% *5% de proteína de soja); ya que presentó un rendimiento de 80,32% y con un valor óptimo de fibra cruda y grasa total.

Bravo (2019), en su investigación “Sustitución de margarina por aceite de ajonjolí y crema de ajonjolí (*Sesamum indicum*) en la elaboración de galletas”. Evaluó la influencia del reemplazo de la margarina por aceite y crema de ajonjolí con respecto a las propiedades de calidad de las galletas, donde empleó tres porcentajes de sustitución (50%, 75% y 100%), a las galletas obtenidas midió las características físico químicas donde el tratamiento CA2 presentó mayor ceniza (1.63%), menor humedad (AA2: 0.8%), acidez (CA3: 0.06%) y en cuanto al índice de peróxido las muestras con crema de ajonjolí no presentaron valores de peróxido y la muestra con mayor rendimiento (AA3: 93.57%) en caso de las características físicas las muestras con menor coeficiente de excentricidad y dilatación (AA1: 0.015 y -0.377) y el tratamiento con mayor espesor (CC3: 7.48 mm), peso (AA1: 6.18%), volumen (CC1: 10.428 cm³) y realizó el análisis sensorial de las galletas para seleccionar el mejor tratamiento, trabajando con 40 jueces, donde las formulaciones (AA3; 100%) y (CA2; 75%) fueron los más aceptables.

Coila (2019), en “Optimización en la elaboración de galletas utilizando harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow)” para lo cual elaboró galletas sustituidas en porcentajes de 0-15% de harinas de kiwicha, quinua y cañihua, donde los porcentajes de sustitución fueron; (10.8% - 15% HQ), (0 - 5.4% HC) y (0 - 3.3% HK). Las galletas fueron sometidas a una evaluación de la aceptabilidad general realizada por 60 panelistas no entrenados y a la vez a este mejor tratamiento realizó los análisis fisicoquímicos. Los porcentajes óptimos de la producción de galletas fueron; (HQ: 10%), (HK: 2.5%) y (HC: 2.5%). En cuanto a la humedad: 1.18%, grasa: 4.38, proteínas: 11.42% y cenizas 1.41%.

Arista y Ramírez (2018), en “Sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* w.) y chia blanca (*Salvia hispánica* L.) usando glicerol en la elaboración de galletas enriquecidas”. Para ello utilizó tres niveles de sustitución los cuales fueron (HQ: 15%, 25% y 35%), (HC: 5%, 7.5 y 10%) y (glicerol: 200 mg, 300 mg y 400 mg). Donde la mejor fue la formulación F1 con (HQ: 15%), (HC: 10%) y (glicerol: 287.254 mg). Posteriormente a las muestras evaluó el análisis químico proximal obteniendo valores de (proteínas: $9,94 \pm 0,95\%$), (grasa: 22.33 %), (fibra: $1,98 \pm 0,79$ %), (carbohidratos: 60 %), (cenizas: 2.12 %), (humedad: 3.02%) y finalmente teniendo en (dureza de trabajo: 35.68 mj).

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Galleta

Son productos elaborados mediante el horneado adecuado de una masa (Sólida o semisólida), de las figuras formadas del amasado de derivados del trigo u otras harinas sucedáneas, con otros ingredientes aptos para el consumo humano (INDECOPI, 2016).

a. Clasificación

De acuerdo a la Norma técnica peruana NTP 206.001 INDECOPI (2016), las galletas se clasifican en:

Por su sabor:

- Saladas
- Dulces
- Sabores especiales

Por su presentación:

- **Simples:** Se refiere a la condición en que la galleta se muestra sin tener nada añadido después del horneado.
- **Rellenas:** Se refiere al poner el relleno en medio de dos galletas.
- **Revestidas:** Son las galletas que tienen externamente un recubrimiento adecuado logrando ser rellena o simple.

Por su modo de comercialización:

- **Galletas envasadas:** Cuando se expenden en envolturas cerradas de menor porción.
- **Galletas a granel:** Cuando se expenden normalmente en envases de lámina, cartoncillo o poliestireno expandido.

b. Materias primas empleadas en el proceso de elaboración de las galletas

Sus ingredientes son principalmente harina, azúcar y materias grasas, además de leche y huevos en algunos casos (Muro, 2008).

- **Harina:** La harina es el primordial ingrediente en la elaboración de toda clase de productos de pastelería y galletería (Montes, 2014). El objetivo de la harina es la de conceder almidón, responsable de dar la textura al producto (Vasquez, 2015).
- **Grasa:** La grasa es un ingrediente principal en la elaboración de galletas y es el segundo componente en peso por detrás la harina (Manohar y Rao, 1999). Asimismo, tiene la misión antiaglutinante y participa en el desarrollo de la textura (Manley y González, 1989).
- **Azúcar:** El azúcar impide el crecimiento del gluten cuando la combinación de la mezcla compite con la harina por el líquido en la fórmula, lo que hace que las galletas sean poco rígidas y muy quebradizas (Gallagher *et al.*, 2003).
- **El agua:** En la galleta, el agua actúa como plastificante y disolvente; además incide en la viscosidad de la masa y en la textura una vez horneada (Wade, 1988).
- **Sal:** Se usa principalmente por su aroma y por su cualidad de potenciar sabores. Su concentración más eficaz en las galletas es de 1-1,5% del peso de la harina, ya que a niveles superiores a 2,5% se hace desagradable (Manley y Green, 1998).

c. Tipos de masas para la elaboración de galletas

Seguidamente, se presenta los tipos de masas en la producción de galletas:

- **Masas duras:** Son en las que se desarrolla la red de gluten, es una masa similar a la de panadería, pero más consistente (Yuquilema, 2017).
- **Masa blanda:** Este tipo de galleta es rica en grasa (27 a 55% del peso de la harina) y azúcar (30 a 50% del peso de harina). Las masas pierden mucha cohesión y carecen de elasticidad (Vasconcelos, 2016)
- **Masas elásticas:** Las masas elásticas deben presentar el gluten desarrollado para poder ser laminadas y cortadas. Esto requiere de más agua, menos azúcar y menos grasa en la masa. La masa elástica puede ser dulce o salada (O'Donnell, 2016).
- **Masas secas o quebradas:** Tienen una concentración muy baja de agua y con un tiempo de amasado muy reducido, se desarrolla pobremente el gluten. Esta masa adquiere forma y consistencia bajo presión, pero se rompe fácilmente con la tensión (Yuquilema, 2017).

Dentro de las masas secas tenemos:

- **Masa sablée o masa arenosa:** Este tipo de masa presenta carencia de líquidos en su elaboración, siendo el azúcar y la grasa los protagonistas y dan como resultado una masa más seca y por supuesto, arenosa (Cortés, 2015).
- **Masa Brisée:** Se caracterizan por su estructura quebradiza que depende de la cantidad de grasa que están dentro de la fórmula, sus ingredientes básicos harina, grasa, azúcar micropulverizada, y agua, la textura de esta es el 50% de grasa sobre el peso total de la harina, consiguiendo una textura delicada muy quebradiza (Aldas, 2013).
- **Masas batidas:** Tienen una consistencia más fluida por su mayor volumen de agua. Estas masas requieren ser depositadas en moldes, planchas o cintas para su posterior horneado (Yuquilema, 2017).

d. Propiedades Fisicoquímicas y Microbiológicos de galletas

Los criterios fisicoquímicos y microbiológicos fueron aprobados mediante la R.M. N° 1020 MINSA (2010), Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. En la (Tabla 1 y 2), se muestran los valores límites permitidos en función a la galleta.

Tabla 1: Requisitos físico químicos de las galletas

Componente	valores máximos permitidos	Unidad
Humedad	12.0	%
Cenizas	3.0	%
Contenido de peróxidos	5.0	mg/kg
Acidez	0.10	%

FUENTE: MINSA (2010).

Tabla 2: Requisitos microbiológicos de las galletas

Agente microbiano	Nivel	Género	c	N	Máximo por gramo	
					M	m
Mohos	2	3	2	5	10 ³	10 ²

FUENTE: MINSA (2010).

2.1.2. Castaña

La Castaña Amazónica o Nuez de Brasil (*Bertholletia excelsa*) corresponde al grupo botánico (*Lecythidaceae*). Es un fruto del bosque no maderista que se desarrolla espontáneamente en la amazonia de Brasil, Bolivia y Perú. Su altura puede alcanzar hasta los 50 m (MINAG, 2012). En el Perú, sólo se cultiva en el departamento de Madre de Dios en donde se encuentran cantidades suficientes de árboles de castaña los cuales permiten que sea económicamente viable su aprovechamiento, actualmente la producción oscila entre 1.8 a 4.5 mil toneladas por año (Linares *et al.*, 2020).

Según Domínguez y Jimenez (2017), la castaña presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Nombre (Clasificación científica)

Reino : *Plantae*

Subreino: *Tracheobionta*

División: *Magnoliphyta*

Clase : *Magnoliopsida*

Subclase: *Dilleniidae*

Orden : *Ericales*

Familia : *Lecythidacea*

Género : *Bertholletia*

Especie : *Bertholletia excelsa*

a. Composición química y valor nutricional

La semilla es altamente calórica, debido a su alto contenido de lípidos y proteínas (Tabla 3).

Tabla 3: Composición proximal de la Castaña

Elemento	% por (100g)
Humedad	3.13
Ceniza	3.84
Proteína	14.29
Grasa	67.30
Carbohidratos	3.42
Fibra	8.02
Selenio (mg/kg)	2.04

FUENTE: Souza y Menezes (2004).

2.1.3. Aceite de castaña

El aceite de castaña es rico en omega 6 y vitamina E, se caracteriza por su agradable sabor, contiene 46% de omega 6 y 30% de omega 9 (AGECEX, 2009). El aceite de castaña presenta varias características, en cuanto a sus propiedades químicas presenta un Índice de Acidez (IA) de 0.05 (+- 0.0), un Índice de Peróxidos de 1.96 (+- 0.26) (García *et al.*, 2013), un Índice de Yodo (II) de 96.74 (+-1.03) (Domínguez y Jimenez, 2017).

a. Composición de ácidos grasos del aceite de castaña

Tabla 4: Componentes de ácidos grasos del aceite de castaña

Denominación del ácido graso	Rango de valores	Unidad
Palmítico	12 – 15	%
Esteárico	8.7 - 10.4	%
Oleico	27.2 - 41.2	%
Linoleico	34.0 - 49.0	%

FUENTE: Takeuchi y Egea (2019).

2.1.4. Crema de castañas

La crema de castañas (en idioma francés *crème de marrons*) es una pasta dulce de consistencia similar a una mermelada elaborada con restos de marrons glacés, pulpa de castañas cocidas al vapor, almíbar, azúcar y vainilla (Crema de castañas, 2020).

Tabla 5: Parámetros nutricionales de la crema de castaña por cada (100 g)

ENERGÍA	190 kcal = 803 kj
Materia grasa	0.8 g
De los cuales ácidos grasos saturados	0 g
Hidratos de carbono	43.5 g
De los cuales azúcares	28.4 g
Proteína	1 g
Sal	0 g
Fibra	0.48 g

FUENTE: Sosa ingredientes S.L (2018).

2.1.5. Margarina

Se obtienen por medio de procedimientos industriales a partir de grasas insaturadas de origen vegetal (margarina 100% vegetal) o bien a partir de grasas de origen animal y vegetal mezcladas (margarinas mixtas) (Berger y Teah, 1988).

a. Componente nutricional de la margarina

Tabla 6: Componente nutricional en 100 g de margarina

Composición	Cantidad	Unidad
Energía	732	Kcal
Proteínas	0.3	G
Grasas totales	80.7	g
AGS	21.26	g
MUFA	21.35	g
AGPI	37.6	g
Omega-3	1.511	g
Omega-6	36.078	g
Colesterol	115	mg/1000 Kcal
Carbohidratos	1	g

FUENTE: Moreiras *et al.* (2013).

2.1.6. El trigo

Es el cultivo más fundamental en términos de producción a nivel mundial, debido a su gran valor nutritivo, dado por su alto contenido de carbohidratos que varía entre 65 al 70%. Su domesticación data de hace 10000 años en la región de medio oriente (Butrón *et al.*, 2015).

a. Clasificación taxonómica del trigo

Según Manangón (2014), señala que la taxonomía del trigo es:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Poales*

Familia: *Poaceae*

Género: *Triticum*

Especie: *Vulgare, aestivum*

Nombre científico: *Triticum aestivum* L.

Nombre común - trigo harinero

2.1.7. Harina de trigo

Por harina de trigo se conoce al producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L. u otro trigo ramificado (*Triticum compactum* Host.) o combinaciones de ellos a través de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta conseguir un grado adecuado de finura (Codex Alimentarius, 1985).

a. Composición química

La harina y el grano del trigo tienen los mismos compuestos químicos, sin embargo con una modificación porcentual debido a la eliminación de parte de ellos en el proceso de molienda (Calaveras, 2003).

Tabla 7: Composición química del trigo en grano y harina

Componente	Grano (g)	Harina (g)
Humedad	10,88	13,04
Proteína	14,87	12,94
Grasa cruda	1,74	1,25
Fibra cruda	2,64	2,32
Cenizas totales	1,72	0,94
Carbohidratos	68,15	69,51
Gluten húmedo	--	32,76
Gluten seco	--	10,92

FUENTE: Ponce *et al.* (2016).

2.1.8. La cañihua

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule* aellen) es una planta nativa, natural de la sierra de Bolivia y Perú, la cual era domesticada por los habitantes del imperio Tiwanaku. La cañihua se expende en las regiones semiáridas más altas de los andes centrales en Bolivia y Perú, y es considerada como una especie poco estudiada (Nina, 2014).

a. Clasificación taxonómica de la cañihua

Según Cronquist (1966), plantea que la cañihua corresponde a la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Vegetal

Subreino: Embryobionta

División: Magnoliophyta

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Caryophyllidae

Especie: *Chenopodium pallidicaule*

Nombre común: Cañahua, Kañihua, Kañiwa, etc.

b. Valor nutricional de la cañihua

La cañihua se caracteriza por poseer proteínas de alto valor biológico, superior que el de la quinua, asimismo de fibra. Es un alimento considerado nutracéutico o alimento funcional, con un alto índice de proteínas (15,7 a 18,8 %) y una cantidad considerable de aminoácidos esenciales, entre los que resalta la lisina (5,3 %). Además, posee un contenido de almidón de 11 a 20% aproximadamente, su tamaño de gránulo oscila (0,5 – 1,5 μm) lo que le da características únicas (Martel, 2023).

c. Composición química proximal de tres variedades de cañihua

Tabla 8: Composición químico proximal de la cañihua de variedad (Cupi, Ramis e INIA 406)

Componente	Variedad			Unidad
	(Cupi)	(Illpa INIA 406)	(Ramis)	
Humedad	8.45	8.36	7.73	%
Proteína (N*6.25)	13.48	13.82	13.10	%
Fibra	10.28	11.0	10.0	%
Cenizas	4.10	4.16	4.08	%
Grasas	3.88	3.92	3.9	%
ELN	59.81	58.74	61.19	%
Energía	325.36	322.68	329.65	kcal/g

FUENTE: Apaza (2010).

2.1.9. Harina de cañihua

La harina de cañihua se emplea para reemplazar a la harina de trigo en diversos productos, ya sea en panificación, en tortas, queques y en galletas hasta, a comparación el forraje de cañihua con otros alimentos para los animales, encontró que este es equivalente a la avena y colza, y superior a los pastos naturales de la época seca (Juárez y Quispe, 2016).

Tabla 9: Composición química de la harina de cañihua (en 100 g de la parte comestible)

Componente	Harina de cañihua	Unidad
Valor energético	360.20	cal
Humedad	12.70	g
Proteína	14.10	g
Grasa	4.41	g
Carbohidrato	66.03	g
Fibra	1.00	g
Minerales	1.76	g

FUENTE: Pumacahua y Limaylla (2010).

2.1.10. Quinoa

La quinoa es una planta del género *Chenopodium*, procedente de América del Sur, particularmente en aquellos ubicados sobre la cordillera de los andes (Kuljanabhagavad y Wink, 2009; Wahli, 1990). La quinoa posee una gran cantidad de beneficios para la salud fitoquímicos que incluyen saponinas, fitoesteroles y fitoecdisteroides (Ho y Pal, 2005).

a. Clasificación taxonómica de la quinoa

Según Apaza *et al.* (2013), la quinoa presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: *Vegetal*

División: *Fanerógamas*

Clase: *Dicotiledóneas*

Subclase: *Angiospermas*

Orden: *Centrospermales*

Género: *Chenopodium*

Subsección: *Cellulata*

Especie: *Chenopodium quinoa*.

b. Variedades de quinua

Tabla 10: Variedades y principales características de plantas de Quinua

Nombre de la variedad	Medida de la quinua	Color del pericarpo	Efusión de Saponina	Color del epispermo
INIA 415 – Pasankalla	Mediano	Gris	Nada	Rojo
Salcedo INIA	Grande	Crema	Nada	Blanco
Blanca de Juli	Pequeño	Beige	Poco	Blanquecino
Rosada Taraco	Mediano	Crema	Mucha	Blanco

FUENTE: Apaza *et al.* (2013).

c. Composición química y nutricional

El almidón es el componente fundamental de la quinua y constituye hasta el 70% de la materia seca (Li y Zhu, 2018). El contenido de proteína en la materia seca de las semillas de quinua oscila entre 13,8% y 16,5% (USDA, 2015), así también presenta ácidos grasos insaturados, oleico (19,7% - 29,5%), linoleico (49,0% - 56,4%) y alfa-linolénico (8,7% - 11,7%) (Repo-Carrasco *et al.*, 2003). Además, posee un contenido elevado de almidón de 58,1- 64,2 %, así también su tamaño de gránulo oscila (1-2 μm) aproximadamente (Bernal *et al.*, 2015). Según INDECOPI (2014), la quinua debe cumplir los requisitos químicos proximal que especifican en la Tabla 11.

Tabla 11: Requisitos químico proximal de los granos de la quinua

Criterios	Valores		Unidad de medida
	Mínimo	Máximo	
Humedad	-	12.50	%
Proteína	10.00	-	%
Cenizas	-	3.50	%
Grasa	4.00	-	%
Fibra cruda	2.00	-	%
Saponina	Ausencia		Mg/100 g

FUENTE: INDECOPI (2014).

Por otra parte, según Reyes *et al.* (2009), las variedades presentan una composición químico proximal que se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12: Componente proximal (en 100g de la quinua)

Componente de la quinua	Cantidad	Unidad
Agua	11.5	G
Proteínas	13.6	G
Grasa	5.80	g
Hidratos de carbono	66.6	g
Fibra bruta	1.9	g
Fibra dietética	5.9	g
Cenizas	2.5	g
Energía	343	kcal

FUENTE: Reyes *et al.* (2009).

2.1.11. Ácidos grasos

Un ácido graso es una biomolécula de naturaleza lipídica establecida por una larga cadena hidrocarbonada lineal, de diferente longitud o número de átomos, en cuyo extremo hay un grupo carboxílico (son ácidos orgánicos de cadena larga) (Smith, 2008).

a. Ácidos grasos saturados (AGS)

Está formado por una sucesión lineal de átomos de carbono ligados por enlaces simples. Los enlaces de la cadena entre los carbonos restantes están ocupados por hidrógenos (Velásquez, 2006).

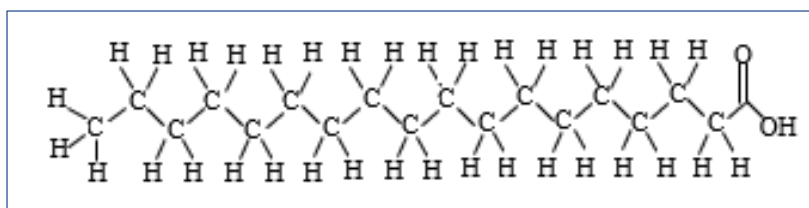


Figura 1: Estructura química del ácido esteárico.

FUENTE: Zúñiga (2020).

b. Ácidos grasos insaturados

Los ácidos grasos insaturados son aquellos que presentan uno o más dobles enlaces entre los carbonos, pueden ser Monoinsaturados que poseen un solo doble enlace, aquí se encuentra el ácido oleico (omega 9) y Poliinsaturados que tienen dos o más dobles enlaces, como el ácido linoleico (omega 6) y Linolénico (omega 3); ácidos grasos insaturados más comunes en los alimentos (Badui, 2012).

c. Ácidos monoinsaturados

El ácido oleico u omega 9 es el más conocido de los ácidos grasos monoinsaturados, debido a su abundancia en la dieta (se encuentra en muchos alimentos, tanto de origen animal, como vegetal) (Pamplona, 1998).

Seguidamente, se mencionan los beneficios de las grasas monoinsaturadas en la salud:

- Favorecen a disminuir los niveles de colesterol elevado, principalmente el colesterol LDL.
- Reducen el riesgo de enfermedades del corazón, cáncer de mama y la diabetes, evita la modificación oxidativa de las lipoproteínas, dando lugar a unas LDL menos aterogénicas (Guzmán, 2011).
- Reducción de la concentración de triglicéridos en sangre, control de diabetes, obesidad, cáncer, y prevención de enfermedades cardiovasculares (ECV) (Rodríguez-Cruz *et al.*, 2005).

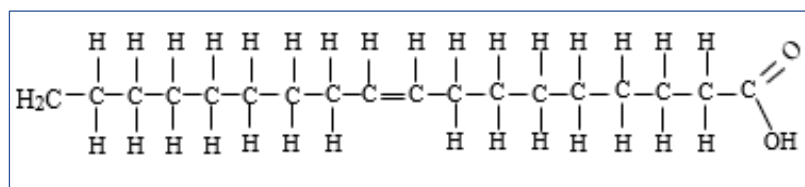


Figura 2: Estructura química del ácido oleico.

FUENTE: Aini *et al.* (2022).

d. Ácidos poliinsaturados

Son una clase de lípido que se define por tener más de dos enlaces dobles entre las cadenas carbonadas que conforman el ácido graso. Algunos ácidos grasos poliinsaturados son esenciales, en otros términos, que el organismo humano es incapaz de producirlos y se han de aportar mediante la alimentación (Pamplona, 1998).

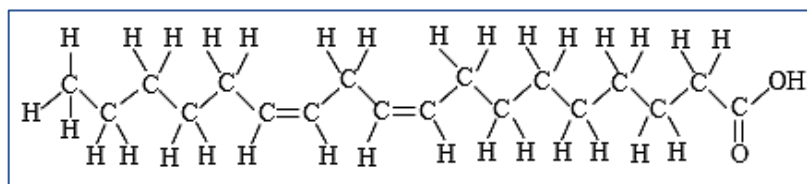


Figura 3: Estructura química del ácido linoleico.

FUENTE: Mataix y Gil (2004).

2.1.12. Reología de masas

Para la elaboración de galletas, es importante realizar el análisis reológico de la masa para seleccionar la clase de masa, el cual define el tipo de galleta. Las características reológicas de la masa están asociadas con los indicadores de calidad del producto elaborado, así como de panes y de galletas. Por consiguiente, el estudio de la reología de masas concede información estructural de utilidad para los tecnólogos de alimentos, permitiendo una selección apropiada de los ingredientes para la optimización del proceso y del producto final (Camino, 2016).

2.1.13. Propiedades físicas de la masa para galletas

a. Extensibilidad

Es la propiedad que tiene una masa a fin de poderse alargar y formar sin tener quebraduras ni roturas. En toda masa es necesaria una cierta extensibilidad que le permita soportar las operaciones propias del proceso de elaboración (Flecha, 2015). La extensibilidad (L), calcula la viscosidad de la masa ocasionada primordialmente por las gliadinas, que junto con el índice de hinchamiento (G) da un valor proporcional a la extensibilidad (Méndez, 2018).

b. Elasticidad

Es una propiedad que posee la masa a fin de recuperar su apariencia original luego de un procedimiento de estirado. Al igual que la extensibilidad, es un factor necesario en las masas, debido a que, en cierta medida, expresa el comportamiento de las masas durante la cocción (Méndez, 2018).

c. Maleabilidad

Es la dureza o plasticidad que permite o facilita trabajar con la masa sin que se rompa. Las mejores grasas son las más flexibles.

d. Consistencia

Viene determinada por el porcentaje de agua añadido a la masa durante el amasado y por su duración. Se estima de manera equitativa al palpar la masa y presionarla con los dedos. Es conveniente verificar la consistencia de la masa pasado el tiempo de fresado (primera fase de amasado) y actuar con consecuencia, añadiendo agua en caso de presentar

la masa mucha consistencia (masa muy dura) o incrementando harina en caso contrario, es decir, en el caso de que la masa tenga poca consistencia (masa muy blanda) (Flecha, 2015).

2.1.14. Farinografía

El farinógrafo facilita la estimación de las propiedades de pegajosidad de la harina, establecido en fundamentos físicos relacionados con la masa. Los parámetros que se determinan con este análisis farinográfico son: Porcentaje de absorción de agua, tiempo de desarrollo o amasado (letra B de la Figura 4), estabilidad (letra C de Figura 4) y Tiempo de ablandamiento o debilitamiento de masa (letra E de Figura 4) (Nuñez, 2009).

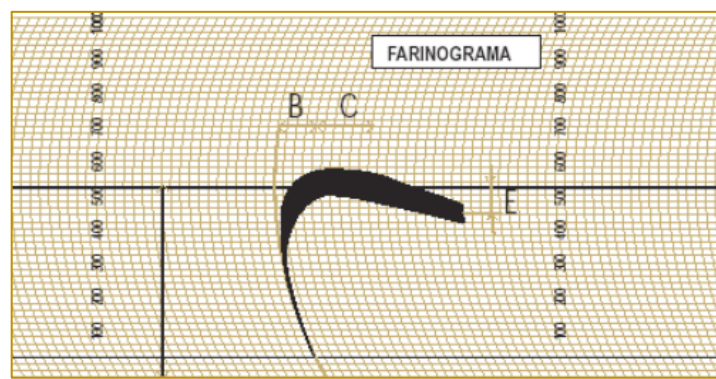


Figura 4: Farinografía de la masa de harina de trigo.

FUENTE: Nuñez (2009).

En la Figura 4, se visualiza la imagen del farinograma, en el cual se señalan sus ejes abscisas (X) y ordenadas (Y).

Donde:

Eje X: Simboliza el periodo del tiempo calculado en (min).

Eje Y (izq. y der.): representan las unidades de farinografía (U.F) unidades farinográficas o unidades Brabender (U.B.) (Nuñez, 2009).

En el farinograma se definen parámetros muy fundamentales que a continuación se muestran:

a. Compactación

La masa de galleta compacta es aquella de estructura más seca y arenisca, por su alto contenido en grasa, azúcar y harina. Por lo cual se puede decir que cuanto más compacta es la masa. El producto resultante tiene menor volumen por lo que su altura también disminuye (AB Mauri, 2022).

b. Apelmazamiento

Describe una masa cocida u horneada cuando queda comprimida y dura, que no ha logrado su debido crecimiento y esponjosidad. Una galleta resulta apelmazada, entre otras causas, por agregar excesivo azúcar, por adicionar indebidamente los ingredientes en el momento del mezclado, por no precalentar el horno, hornear a temperatura muy elevada (Quintero, 2016). Según Ronda *et al.* (2005), mencionan que cuando hay mucho apelmazamiento en la masa puede generar dificultad para la producción de burbujas de aire durante el horneado.

c. Densidad real

La densidad real está determinada por la relación existente entre la masa de la galleta y su volumen real, esto es, el volumen que ocupa el mismo sin tener en cuenta el aire presente en su interior (Talens, 2020).

d. Densidad aparente

La densidad aparente, es el cociente entre la masa de producto y el volumen aparente del mismo, es decir, el volumen que ocupa la masa incluyendo el aire (Talens, 2020).

e. Porosidad

Determina la textura y la calidad de las galletas medianamente húmedas y secas. Se entiende como una división de la porción de muestra vacía. La porosidad está fundamentada en la fracción de área y división del tamaño del poro establecido en el área de la galleta (Condori, 2019).

2.1.15. Extensografía

Determina la extensibilidad de una masa y la resistencia que la misma opone en el transcurso del tiempo de reposo (Quaglia, 1991), se utiliza exclusivamente para el trigo blando (Jimenez y Duque, 2018). En el extensógrafo se miden las siguientes características: Estabilidad o plasticidad de la masa, resistencia a la extensión y energía o potencial panificador de la masa (Quaglia, 1991).

Si es necesario efectuar el análisis reológico de la masa para galletas mediante el extensógrafo debido a que permite medir la elasticidad del gluten que presenta la harina en una masa, a un incremento de extensibilidad, más maleable será la masa y con mejor crecimiento de gluten; en tanto a una disminución de extensibilidad, disminuye la maleabilidad de la masa por lo tanto se logra aplicar en galletas, donde el gluten no aumenta tanto como en las masas quebradas. Las mejores mezclas de harinas para la elaboración de galletas tienen una extensibilidad igual a 1, es decir, la resistencia y la extensibilidad tiene el mismo valor (Nuñez, 2009).

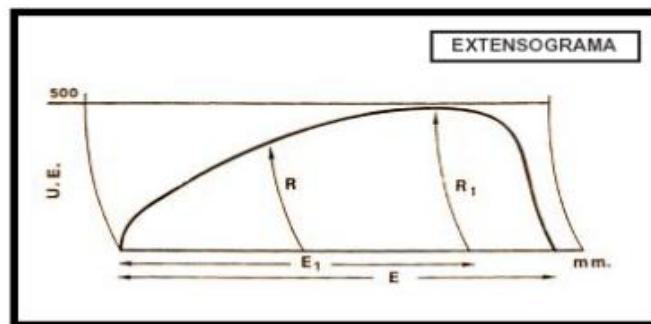


Figura 5: Extensograma de harina de trigo.

FUENTE: Nuñez (2009).

Eje X: Simboliza la extensibilidad dimensionada en (mm).

Eje Y (izq. y der.): Simbolizan las unidades Brabender (UB) del farinograma.

Los indicadores de valor máximo calculados en el extensógrafo son:

- La resistencia R, es decir, la altura del extensograma; La resistencia R1, que es la altura máxima de la curva; La extensibilidad E, que indica la longitud de la base desde el inicio de la curva hasta el final del punto correspondiente a la máxima resistencia R1 (Nuñez, 2009).

2.1.16. Formación de acrilamida

El grado de la formación de acrilamida durante el proceso del horneado depende en gran medida del tiempo y la temperatura utilizados y del contenido de humedad del producto durante el horneado. Como regla general, cuanto mayor es el contenido de agua, la formación de acrilamida es menor (Rojas, 2019).

2.1.17. Textura en galletas

Es un componente fundamental que aporta en el atributo sensorial de las galletas. La dureza se valora como la resistencia máxima de rompimiento de la galleta. La fracturabilidad es otro parámetro de textura, representa la distancia recorrida por la sonda antes de la rotura, es decir la deformación de la galleta antes de romperse (Palma y Soledispa, 2018).

2.1.18. Evaluación sensorial

Se emplea en su mayoría para el control de calidad en los diferentes procesos alimentarios, como para el diseño de nuevos productos destinados al mercado (Ureña *et al.*, 1999).

a. Pruebas afectivas

Los panelistas para este tipo de pruebas no son seleccionados ni entrenados y se les denomina jueces (Espinosa, 2007).

b. Pruebas de preferencia

En esta clase de test los evaluadores eligen una muestra en lugar de otra. Para este tipo de pruebas se requiere un grupo numeroso de panelistas (jueces) los cuales no necesariamente tienen que ser entrenados (Anzaldúa- Morales, 1994).

c. Pruebas de grado de satisfacción

Para llevar a cabo este tipo de prueba se emplea escalas hedónicas, estas son herramientas de medición de situaciones agradables y desagradables, que son producidas por un alimento (Anzaldúa- Morales, 1994).

d. Pruebas de aceptación

El interés de una persona para conseguir un producto es lo que se denomina aceptación, como las características que puede tener el producto (olor, color, sabor, textura y apariencia general) (Anzaldúa- Morales, 1994).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La parte experimental del proceso de elaboración de las galletas, se llevó a cabo en el taller de panificación, así también el análisis de las características reológicas de la masa, físicas y textura de las galletas se realizó en el laboratorio de reología en la Universidad Nacional de Juliaca (UNAJ) – Sede Ayabacas.

El análisis fisicoquímico (humedad, ceniza y acidez) se realizó en el laboratorio de Fisicoquímica II en la UNAJ. El índice de peróxido y proteína se analizaron en el laboratorio de control de calidad de la Universidad Nacional del Altiplano (UNAP).

Las galletas fueron evaluadas sensorialmente en los laboratorios de reología y fisicoquímica I.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de la investigación

El presente estudio de investigación es de tipo experimental

3.2.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es de laboratorio ya que se evaluaron cada una de las variables dependientes propuestos como análisis de las características reológicas de la masa como también las propiedades físicas, fisicoquímicas, textura y aceptabilidad de las galletas.

3.3. Método epistemológico de la investigación

Se empleó el método científico y enfoque epistemológico deductivo.

3.4. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

3.4.1. Población

Para la realización de la investigación se consideró como población, 5 Kilos de galletas.

3.4.2. Tamaño de la muestra

El tamaño viene dado por 2 kilogramos de galletas, de los cuales se tomaron al azar para llevar a cabo los análisis (físicas, físico químicas y textura) de las galletas. En cuanto a la evaluación sensorial se consideró a 100 jueces no entrenados.

3.5. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.5.1. Materia prima

- Aceite de castaña (Gatti)
- Crema de castaña
- Harina de cañihua (ILLPA INIA 406).
- Harina de quinua (Blanca de Juli).

3.5.2. Insumos

- Harina de trigo (Bell's)
- Margarina (Primavera)
- Azúcar blanca (Dulфина)
- Polvo de hornear (Universal)
- Sal de mesa (Marina)
- Esencia de vainilla (Negrita)

3.5.3. Materiales

- Vaso precipitado de 100 ml y 120 ml (KYNTEL)
- Placas Petri
- Matraz Erlenmeyer 250 ml (Euro Lab)
- Fiolas de 50, 100 y 500 ml (Euro Lab)
- Bureta 25 ml (Boeco)
- Probeta 50 ml (Euro Lab)
- Pipeta 10 ml (Euro Lab)
- Tubos de ensayo
- Mesa de trabajo de acero inoxidable.
- Desecador
- Balanza analítica
- Embudo
- Papel filtro
- Bombilla
- Soporte universal

3.5.4. Materiales para la evaluación sensorial

- Agua mineral
- Charolas y azafates
- Cartillas para la evaluación sensorial.
- Muestras del producto (galletas).
- Platos de tecnopor
- Servilletas
- Lapiceros
- Vasos descartables

3.5.5. Equipos

Equipos para proceso:

- Horno (Nova MAX1000)
- Mezcladora-amasadora.
- Batidora (Nova)
- Troqueladora.
- Laminadora (Nova MK500)
- Balanza
- Licuadora (Oster)

Equipos de laboratorio:

- Farinógrafo (Brabender 827507)
- Extensógrafo (Brabender 860704)
- Texturómetro (Instron 34TM-5-SA)
- Mufla (Pizzato FM 515-M2)
- Estufa (Memmert 30-1060)
- Liofilizador (Eppendorf AG 22331)

3.5.6. Reactivos

- Hidróxido de sodio (NaOH) 0.02 N
- Agua destilada.
- Fenolftaleína.
- Etanol 95%
- Éter de petróleo
- Tiosulfato de sodio 0.01N

3.6. DESARROLLO EXPERIMENTAL

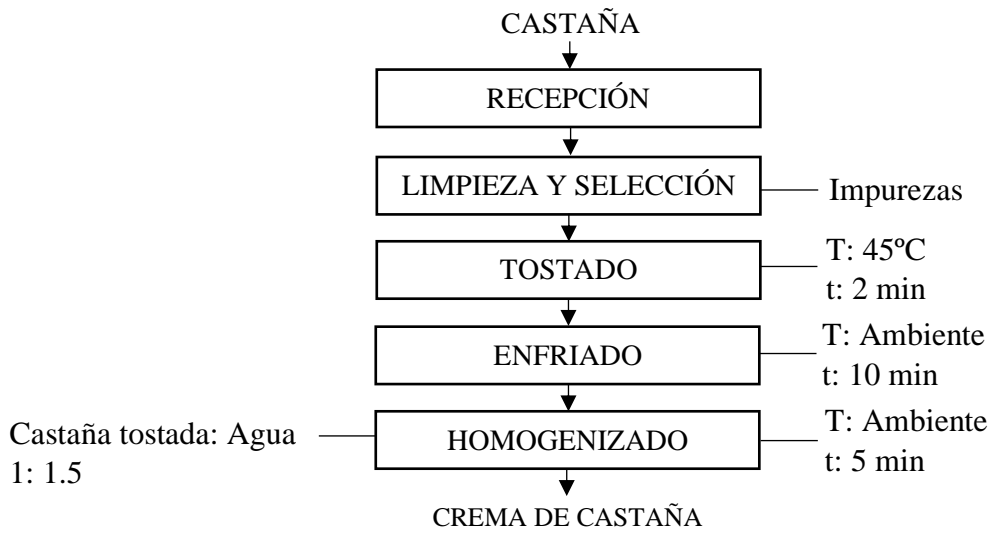


Figura 6: Diagrama de flujo para la elaboración de crema de castaña.

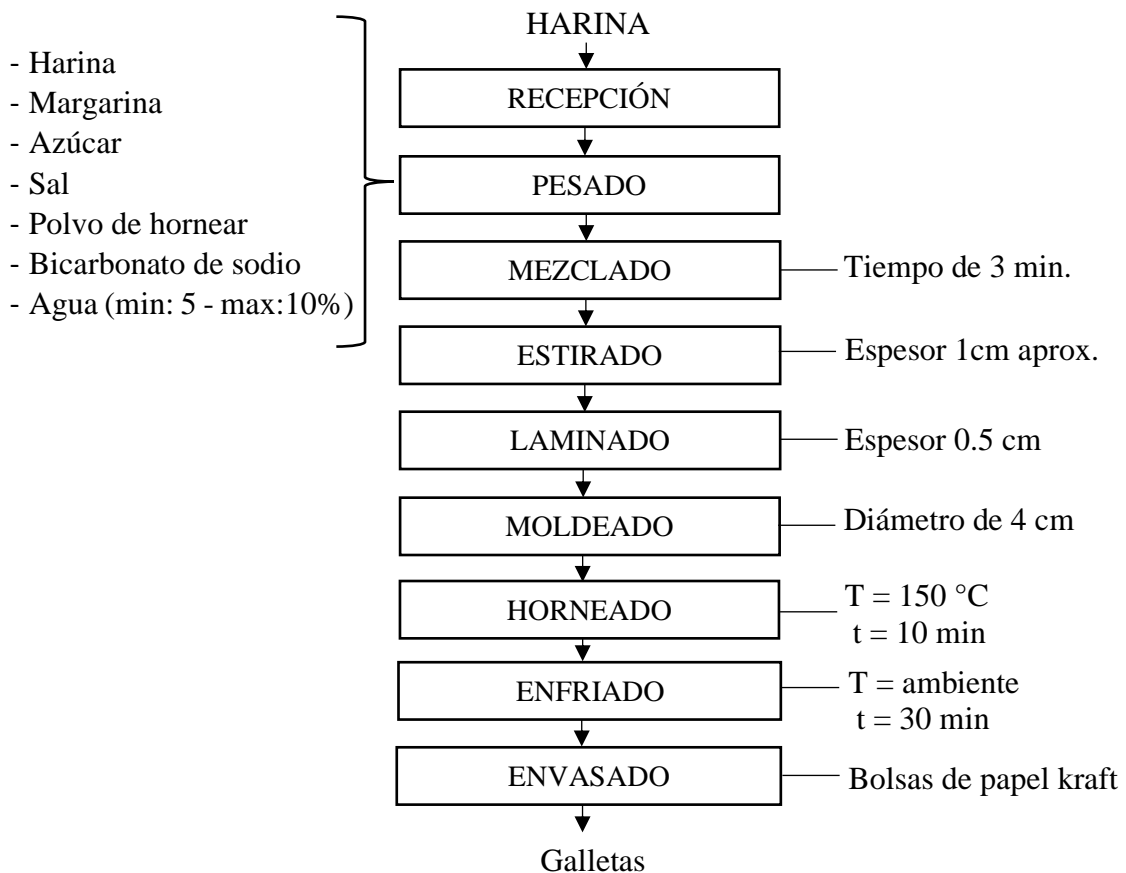


Figura 7: Diagrama de flujo para la elaboración de la galleta patrón.

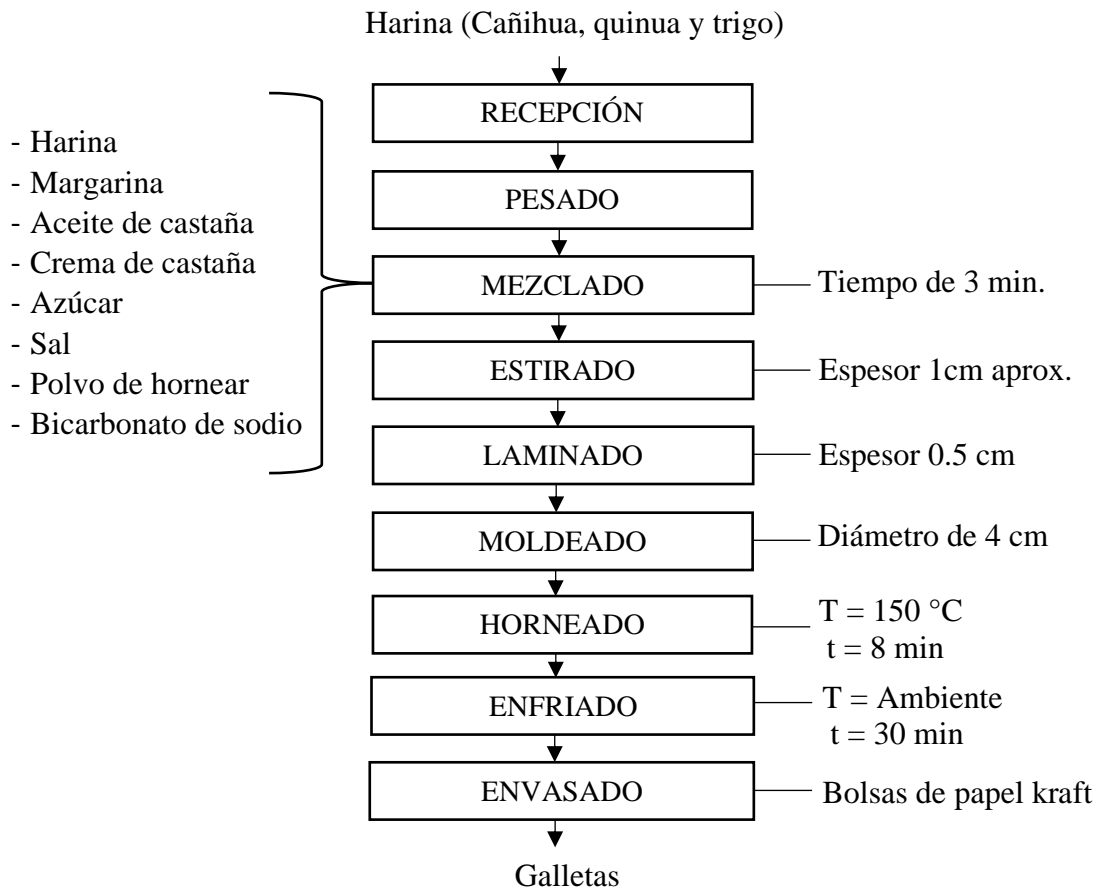


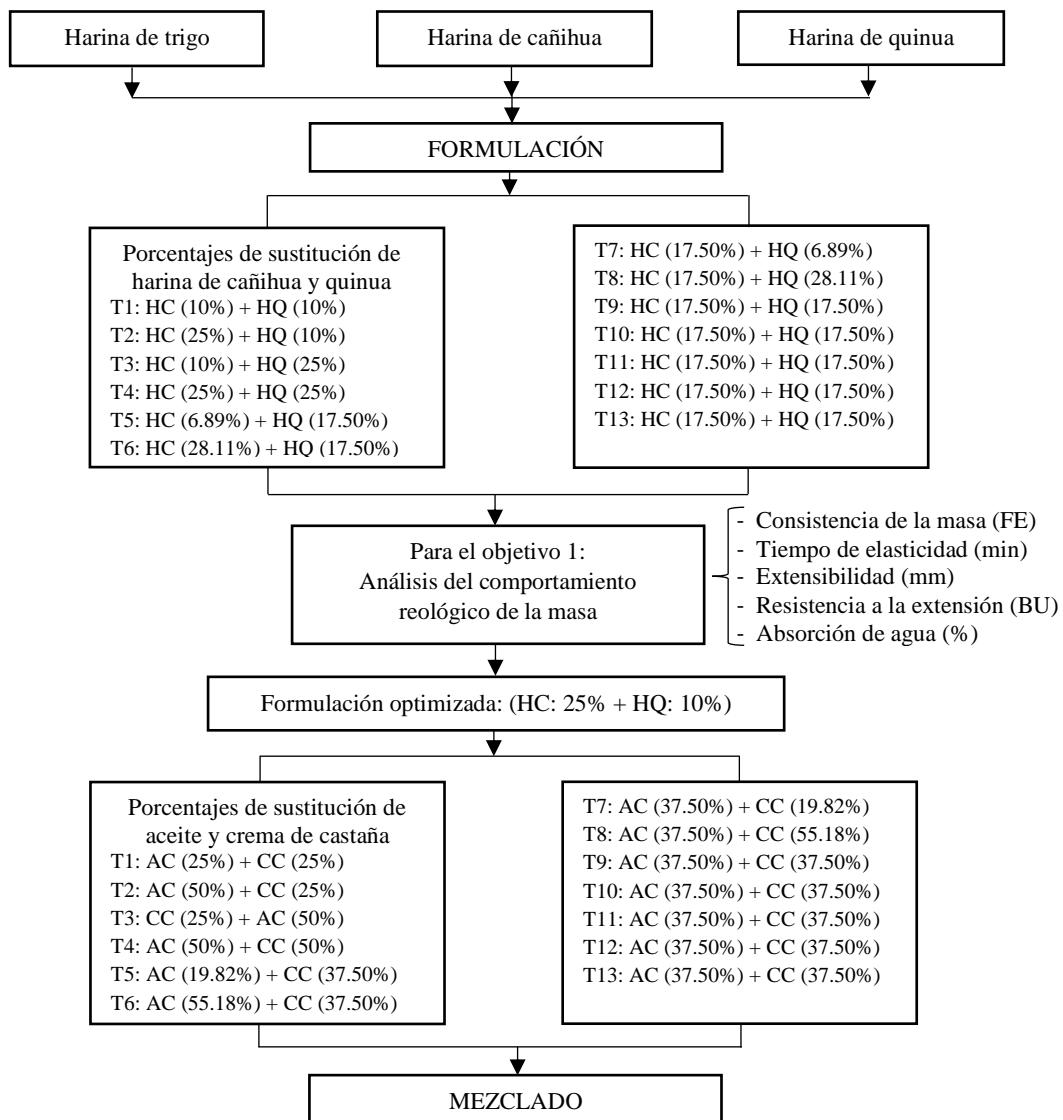
Figura 8: Diagrama de flujo de la elaboración de galletas utilizando harina de trigo, cañihua y quinua con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña.

3.6.1. Descripción del proceso de elaboración de galletas sustituidas de margarina por aceite y crema de castaña

- **Recepción:** Se recibió la materia prima (harina de cañihua, quinua, aceite y crema de castaña).
- **Pesado:** Luego de la recepción se procedieron a pesar las materias primas e insumos antes mencionados utilizando una balanza de precisión, conforme a los porcentajes de sustitución de aceite y crema de castaña.
- **Mezclado:** Se mezclaron todos los ingredientes en una batidora durante 3 minutos, hasta que la masa tenga una consistencia deseada.
- **Estirado:** Después del mezclado se procedió a estirar la masa con un rodillo hasta alcanzar 1 cm aproximadamente.

- **Laminado:** Se laminó la masa con el uso de una laminadora hasta llegar a un grosor aproximadamente de 5 mm.
- **Moldeado:** Se inició a tajar la masa en forma circular utilizando moldes para galletas con un diámetro de 4 cm, luego se procedió a colocarlas en las bandejas de acero inoxidable.
- **Horneado:** La masa de las galletas se sometió a 150 °C de temperatura por un periodo de tiempo de 8 min para las galletas con aceite de castaña y crema de castaña. En cuanto a la galleta testigo se llevó a cabo a 150 °C por 10 min.
- **Enfriado:** Se dejó enfriar las galletas a temperatura ambiente por 20 min.
- **Empacado:** El producto obtenido se envasó en envolturas de papel Kraft.

3.6.2. Diagrama experimental



<<continuación>>

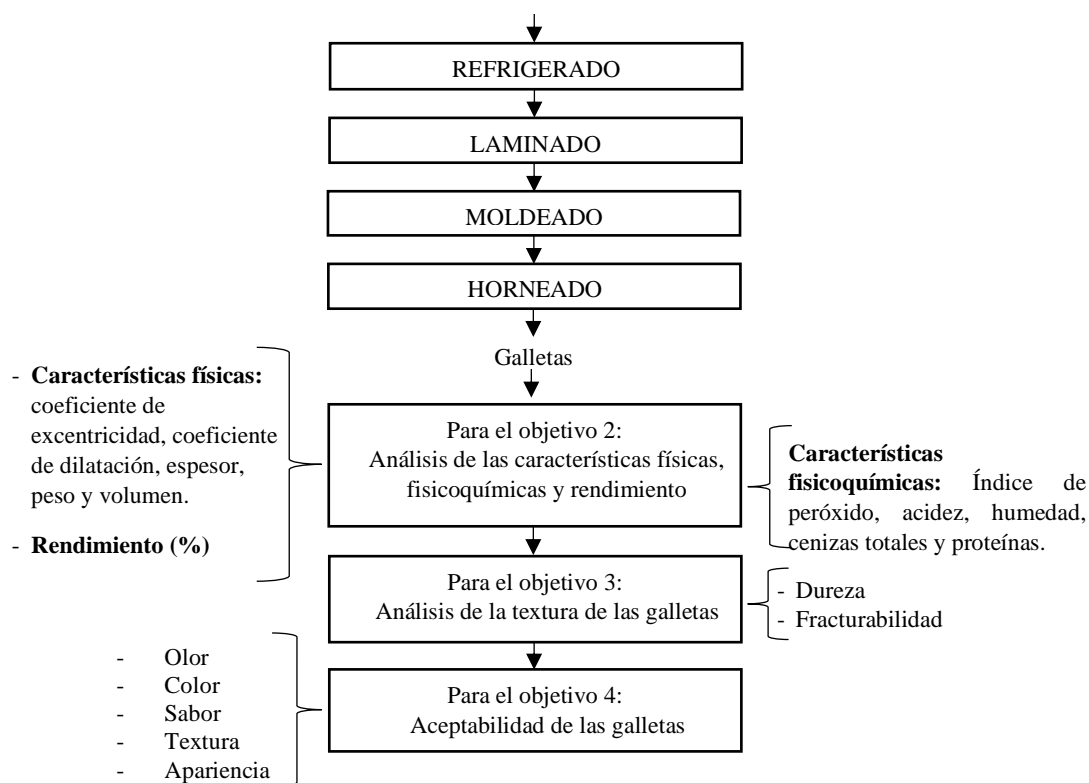


Figura 9: Metodología experimental de la elaboración de galletas con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña.

3.7. FORMULACIÓN PARA ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS

Se tomaron como referencia dos formulaciones para la elaboración de galletas dulces los cuales fueron y (Bravo, 2019) y (Machuca y Meyhuay, 2017).

Tabla 13: Formulación base para la elaboración de galletas

Materia prima e insumos	Porcentaje (%)
Harina de trigo	46.95
Margarina	32.86
Azúcar	18.78
Polvo de hornear	0.47
Bicarbonato de sodio	0.47
Sal	0.47
Total	100%

FUENTE: Bravo (2019).

Tabla 14: Formulación galletera para la elaboración de galletas

Materia prima e insumos	Porcentaje (%)
Harina de trigo	100
Margarina	70
Azúcar	40
Polvo de hornear	1
Bicarbonato de sodio	1
Sal	1
Total	213

FUENTE: Bravo (2019).

Tabla 15: Formulación para la elaboración de galletas dulces

Materia prima e insumos	Porcentaje (%)
Harina de trigo (HT)	100
Margarina	70
Azúcar blanca	40
Bicarbonato de sodio	0.8
Esencia de vainilla	0.8
Sal	1
Total	212.6

FUENTE: Machuca y Meyhuay (2017).

3.7.1. Optimización de los porcentajes de formulación

Para evaluar el porcentaje óptimo de las mezclas de harina de trigo, cañihua y quinua, se realizó con dos factores (factor A: harina de cañihua y factor B: harina de quinua).

Tabla 16: Variables independientes, valores y códigos que se utilizaron en la optimización de las mezclas de la harina de quinua y cañihua

Variable independiente	Símbolo	Unidades	Niveles de sustitución				
			$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
Harina de Cañihua	HC	%	6.89	10	17.50	25	28.11
Harina de Quinua	HQ	%	6.89	10	17.50	25	28.11

Nota: $\alpha=1.41$, $(-\alpha)$ = nivel mínimo, (-1) = nivel bajo, (0) = nivel medio, $(+1)$ = nivel alto y $(+\alpha)$ = nivel máximo

Tabla 17: Formulaciones obtenidas mediante el diseño central compuesto para elaborar las galletas nutritivas a base de harina de quinua y cañihua

Formulaciones	Variables codificables		Variables reales (%)	
	(X1)	(X2)	HC	HQ
1	(-1)	(-1)	10.00	10.00
2	(1)	(-1)	25.00	10.00
3	(-1)	(1)	10.00	25.00
4	(1)	(1)	25.00	25.00
5	(- α)	(0)	6.89	17.50
6	(α)	(0)	28.11	17.50
7	(0)	(- α)	17.50	6.89
8	(0)	(α)	17.50	28.11
9	(0)	(0)	17.50	17.50
10	(0)	(0)	17.50	17.50
11	(0)	(0)	17.50	17.50
12	(0)	(0)	17.50	17.50
13	(0)	(0)	17.50	17.50

Nota: HC: Harina de Cañihua; HQ: Harina de Quinua.

Tabla 18: Variables independientes, valores y códigos de las mezclas de aceite y crema de castaña para la elaboración de galletas

Variable independiente	Símbolo	Unidad	Código de niveles				
			- α	-1	0	1	+ α
Aceite de castaña	AC	%	19.82	25	37.50	50	55.18
Crema de castaña	CC	%	19.82	25	37.50	50	55.18

Nota: $\alpha=1.41$, (- α) = nivel mínimo, (-1) = nivel bajo, (0) = nivel medio, (+1) = nivel alto y (+ α) = nivel máximo

Tabla 19: Formulaciones obtenidas mediante el diseño central compuesto para elaborar las galletas sustituidas con aceite y crema de castaña

Formulaciones	Variables codificables		Variables reales (%)	
	(X1)	(X2)	AC	CC
1	(-1)	(-1)	25.00	25.00
2	(1)	(-1)	50.00	25.00
3	(-1)	(1)	25.00	50.00
4	(1)	(1)	50.00	50.00
5	(- α)	(0)	19.82	37.50
6	(α)	(0)	55.18	37.50
7	(0)	(- α)	37.50	19.82
8	(0)	(α)	37.50	55.18
9	(0)	(0)	37.50	37.50
10	(0)	(0)	37.50	37.50
11	(0)	(0)	37.50	37.50
12	(0)	(0)	37.50	37.50
13	(0)	(0)	37.50	37.50

Nota: AC: Aceite de castaña; CC: Crema de castaña.

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

3.8.1. Metodología por objetivos

A continuación, se presenta la metodología para los objetivos específicos

Para el objetivo 1.

- Determinar la formulación óptima de las mezclas de harina de trigo, cañihua y quinua en función al comportamiento reológico de la masa (consistencia de la masa, tiempo de estabilidad, extensibilidad, resistencia a la extensión y absorción de agua).

a. Variables

• Variable independiente

- Porcentaje de harina de cañihua (6.89%, 10%, 17.50%, 25% y 28.11%).
- Porcentaje de harina de quinua (6.89%, 10%, 17.50%, 25% y 28.11%).

- **Variable dependiente**

- Comportamiento reológico:
- Consistencia de la masa (FE)
- Tiempo de estabilidad (mm:ss)
- Extensibilidad (mm)
- Resistencia a la extensión (BU)
- Absorción de agua (%)

- b. Métodos de análisis**

- Análisis reológico de las formulaciones**

- **Análisis farinográfico:** Se determinó según el método en la AACC 300 (1995).
- **Análisis extensográfico:** Se determinó de acuerdo con el método de la AACC 54-10 (1995).

Los procedimientos se encuentran en el anexo 3 y 4.

- c. Diseño experimental**

Se empleó el Diseño Central Compuesto (DCC) realizando cada tratamiento con 3 réplicas, teniendo como variables independientes el porcentaje de harina de cañihua y quinua, como variables dependientes la consistencia de la masa (FE), tiempo de estabilidad (mm:ss), extensibilidad (mm), resistencia a la extensión (BU) y absorción de agua (%).

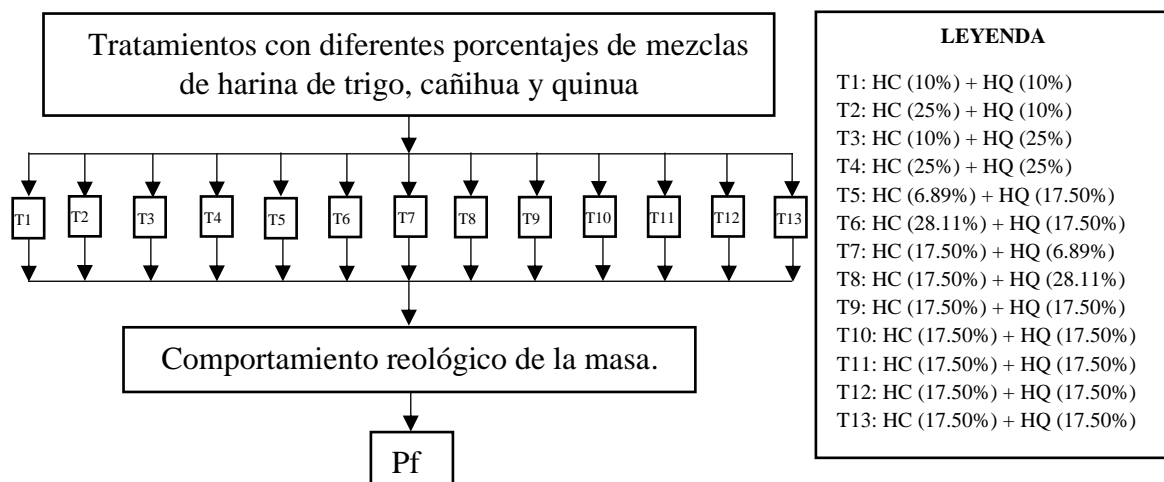


Figura 10: Diseño experimental del comportamiento reológico de la masa.

d. Matriz de diseño para el objetivo 1

Tabla 20: Variables independientes, valores y códigos que se emplearon en la optimización de las mezclas de la harina de cañihua y quinua

Variable independiente	Unidades	Símbolo	Código de niveles				
			$-\alpha$	-1	0	1	$+\alpha$
Harina de Cañihua	%	HC	6.89	10	17.50	25	28.11
Harina de Quinua	%	HQ	6.89	10	17.50	25	28.11

Nota: $\alpha=1.414$, ($-\alpha$ = nivel mínimo), (-1= nivel bajo), (0= nivel medio), (1= nivel alto) y ($+\alpha$ = nivel máximo)

Tabla 21: Formulaciones obtenidas mediante el Diseño Central Compuesto (DCC) para elaborar las galletas nutritivas de harina de quinua y cañihua

Formulaciones	Variables codificables		Variables reales (%)	
	(X1)	(X2)	HC	HQ
1	(-1)	(-1)	10.00	10.00
2	(1)	(-1)	25.00	10.00
3	(-1)	(1)	10.00	25.00
4	(1)	(1)	25.00	25.00
5	($-\alpha$)	(0)	6.89	17.50
6	(α)	(0)	28.11	17.50
7	(0)	($-\alpha$)	17.50	6.89
8	(0)	(α)	17.50	28.11
9	(0)	(0)	17.50	17.50
10	(0)	(0)	17.50	17.50
11	(0)	(0)	17.50	17.50
12	(0)	(0)	17.50	17.50
13	(0)	(0)	17.50	17.50

Nota: HC: Harina de cañihua; HQ: harina de quinua

e. Diseño estadístico

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para el Diseño Central Compuesto (DCC).

Para el objetivo 2.

- Evaluar el efecto de la sustitución de aceite y crema de castaña en función a las características físicas (coeficiente de excentricidad, coeficiente de dilatación, espesor, peso y volumen), fisicoquímicas (Índice de peróxido, acidez, humedad, cenizas totales y proteínas) y rendimiento en la formulación óptima de la galleta nutritiva utilizando harina de trigo, cañihua y quinua.

a. Variables

- **Variable independiente**

- Porcentaje de aceite de castaña (19.82%, 25%, 37.5%, 50 y 55.18%).
- Porcentaje de crema de castaña (19.82%, 25%, 37.5%, 50 y 55.18%).

- **Variable dependiente**

- **Características físicas:**

- Peso
- Espesor
- Coeficiente de excentricidad
- Coeficiente de dilatación
- Volumen.

- **Características fisicoquímicas:**

- Humedad
- Acidez Titulable
- Cenizas Totales
- Índice de peróxido
- Proteínas

- Rendimiento (%)

b. Métodos de análisis

Análisis de las características físicas de las galletas

Las propiedades físicas de las galletas se determinaron mediante las siguientes ecuaciones sugeridas por Cabeza (2009).

- **Peso de la galleta:** Se determinó mediante la utilización de una balanza analítica de precisión, Número de muestras: 13 galletas.
- **Espesor de la galleta:** Se utilizó un calibre para medir el espesor de las galletas.
- **Coefficiente de excentricidad:** Se evaluó el diámetro menor y mayor de las galletas según la siguiente ecuación:

$$\text{Coef. excentricidad} = \frac{\text{Diámetro mayor} - \text{Diámetro menor}}{\text{Diámetro mayor}}$$

Si el dato calculado es 0 es totalmente redondo y si es 1 se considera a una línea recta.

- **Volumen de la galleta**

Se determinó mediante los diámetros menor y mayor de la galleta, conforme a la siguiente ecuación:

$$V = \frac{(\pi (\text{Diámetro mayor}/2 * \text{Diámetro menor}/2) * \text{Espesor de 5 unid}/5)}{1000}$$

- **Coefficiente de dilatación**

Se determinó mediante los diámetros menor y mayor conforme a la siguiente ecuación:

$$\text{Coef. dilatación} = \frac{(\pi(\text{Diámetro mayor}/2 * \text{Diámetro menor}/2) - \pi * 30^2)}{\pi * 30^2}$$

- **Análisis fisicoquímico:**

Humedad: Se utilizó el método descrito según la NTP 206.011 (INACAL, 2018).

Acidez Titulable: Se utilizó el método descrito por la NTP 206.013 (INDECOPI, 2011).

Cenizas Totales: Se empleó los métodos 935.08 y 942.05 (AOAC, 2005).

Índice de peróxido: Se utilizó el método descrito por la NTP 206.016 (INDECOPI, 2011).

Proteína (%): Para determinar el contenido de proteínas se empleó el método (AOAC, 2005).

Los procedimientos se encuentran en el anexo 5, 6, 7, 8 y 9.

- **Rendimiento (%)**

A cada tratamiento se le determinó el rendimiento, pesando las unidades de galletas antes y después del horneado y utilizando para el cálculo correspondiente la siguiente fórmula recomendado por Bravo (2019).

$$\text{Rendimiento} = \frac{P_f}{P_i} \times 100$$

Donde:

Pf: peso promedio final de las galletas.

Pi: peso inicial de las galletas

c. Diseño experimental

Se empleó el Diseño Central Compuesto (DCC) realizando cada tratamiento con 3 réplicas, teniendo como variables independientes el porcentaje de aceite y crema de castaña, como variables dependientes las características físicas (coeficiente de excentricidad, coeficiente de dilatación, espesor, peso y volumen), características fisicoquímicas (humedad, acidez titulable, cenizas totales, índice de peróxido y proteínas) y porcentaje de rendimiento.

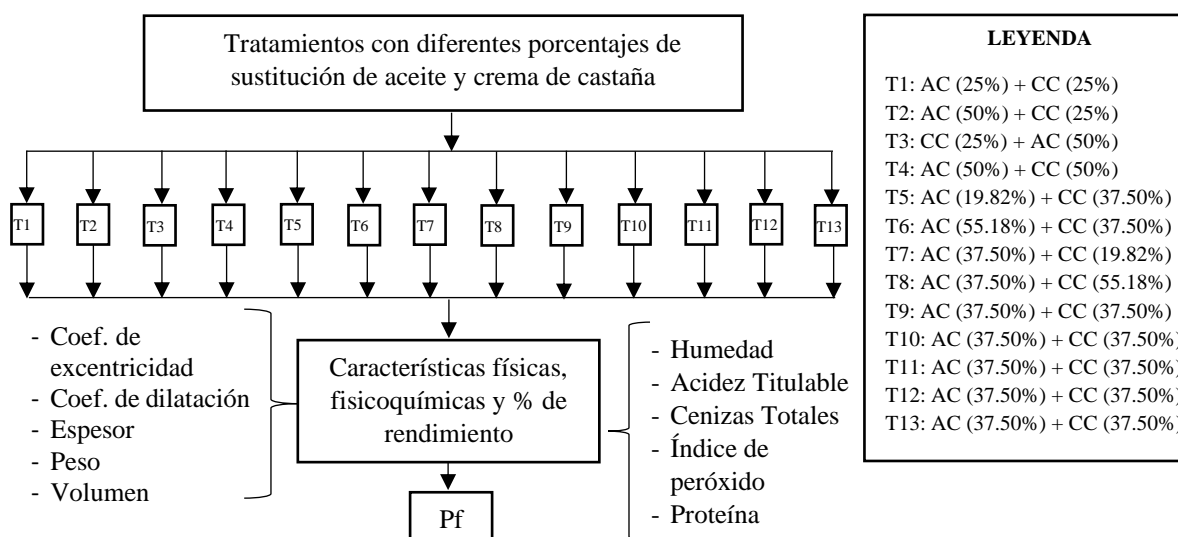


Figura 11: Diseño experimental de las características físicas, fisicoquímicas y rendimiento de las galletas

d. Matriz de diseño para el objetivo 2

Tabla 22: Variables independientes, códigos y valores de las mezclas de aceite y crema de castaña

Variable independiente	Unidades	Símbolo	Código de niveles				
			$-\alpha$	-1	0	1	$+\alpha$
Aceite de castaña	%	AC	19.82	25	37.50	50	55.18
Crema de castaña	%	CC	19.82	25	37.50	50	55.18

Nota: $\alpha=1.414$, ($-\alpha$ = nivel mínimo), (-1= nivel bajo), (0 = nivel medio), (1= nivel alto) y ($+\alpha$ = nivel máximo)

Tabla 23: Formulaciones obtenidas mediante el diseño central compuesto para elaborar las galletas sustituidas con aceite y crema de castaña

Formulaciones	Variables codificables		Variables reales (%)	
	(X1)	(X2)	AC	CC
1	(-1)	(-1)	25.00	25.00
2	(1)	(-1)	50.00	25.00
3	(-1)	(1)	25.00	50.00
4	(1)	(1)	50.00	50.00
5	(- α)	(0)	19.82	37.50
6	(α)	(0)	55.18	37.50
7	(0)	(- α)	37.50	19.82
8	(0)	(α)	37.50	55.18
9	(0)	(0)	37.50	37.50
10	(0)	(0)	37.50	37.50
11	(0)	(0)	37.50	37.50
12	(0)	(0)	37.50	37.50
13	(0)	(0)	37.50	37.50

Nota: AC: Aceite de castaña; CC: Crema de castaña.

e. Diseño estadístico

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para el Diseño Central Compuesto (DCC).

Para el objetivo 3.

- Evaluar el efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña en función a la textura (dureza y fracturabilidad) de las galletas utilizando el texturómetro.

a. Variables

• Variable independiente

- Porcentaje de aceite de castaña (19.82%, 25%, 37.5%, 50 y 55.18%).
- Porcentaje de crema de castaña (19.82%, 25%, 37.5%, 50 y 55.18%).

• Variable dependiente

- Textura:
 - Dureza (N) y Fracturabilidad (N)

b. Métodos de análisis

Para determinar la textura de las galletas se empleó un texturómetro INSTROM 34 TM-5-SA.

Primeramente, se midió el espesor de las galletas para proceder a la medición de la textura (dureza y fracturabilidad), para lo cual se empleó una celda de carga de 500 N y cada unidad de galleta, se analizó por triplicado a una velocidad de 0,5 mm/seg, con una deformación de 50%, la altura utilizada fue de acuerdo al espesor de los tratamientos y una precarga de 0,05 Kg/f, recomendado por Liendo y Silva (2015).

c. Diseño experimental

Se empleó el Diseño Central Compuesto (DCC) realizando cada tratamiento con 3 réplicas, teniendo como variables independientes el porcentaje de aceite y crema de castaña, como variables dependientes la textura (dureza (N) y fracturabilidad (N)).

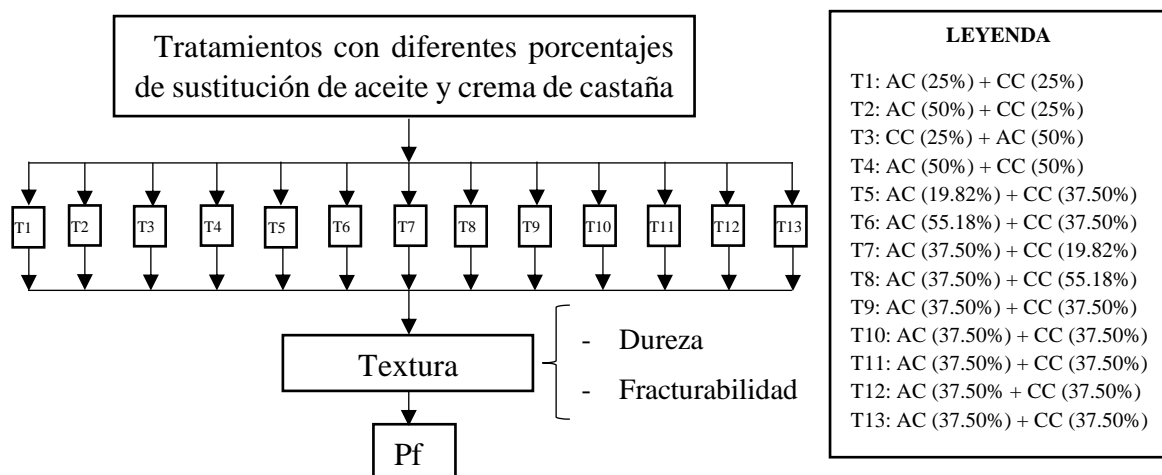


Figura 12: Diseño experimental de la textura de las galletas.

d. Matriz de diseño para el objetivo 3

Tabla 24: Variables independientes, códigos y valores de las mezclas de aceite y crema de castaña

Variable independiente	Unidades	Símbolo	Código de niveles				
			$-\alpha$	-1	0	1	$+\alpha$
Aceite de castaña	%	AC	19.82	25	37.50	50	55.18
Crema de castaña	%	CC	19.82	25	37.50	50	55.18

Nota: $\alpha=1.414$, ($-\alpha$ = nivel mínimo), (-1= nivel bajo), (0 = nivel medio), (1= nivel alto) y ($+\alpha$ = nivel máximo)

Tabla 25: Formulaciones obtenidas mediante el diseño central compuesto para elaborar las galletas sustituidas con aceite y crema de castaña

Formulaciones	Variables codificables		Variables reales (%)	
	(X1)	(X2)	AC	CC
1	(-1)	(-1)	25.00	25.00
2	(1)	(-1)	50.00	25.00
3	(-1)	(1)	25.00	50.00
4	(1)	(1)	50.00	50.00
5	(- α)	(0)	19.82	37.50
6	(α)	(0)	55.18	37.50
7	(0)	(- α)	37.50	19.82
8	(0)	(α)	37.50	55.18
9	(0)	(0)	37.50	37.50
10	(0)	(0)	37.50	37.50
11	(0)	(0)	37.50	37.50
12	(0)	(0)	37.50	37.50
13	(0)	(0)	37.50	37.50

Nota: AC: Aceite de castaña; CC: Crema de castaña.

e. Diseño estadístico

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para el Diseño Central Compuesto (DCC).

Para el objetivo 4.

- Evaluar la aceptabilidad de las galletas utilizando la mezcla óptima de la harina de trigo, cañihua y quinua con diferentes porcentajes de sustitución de margarina por aceite y crema de castaña.

a. Variables

• Variable independiente

- Porcentaje de aceite de castaña (19.82%, 25%, 37.5%, 50 y 55.18%).
- Porcentaje de crema de castaña (19.82%, 25%, 37.5%, 50 y 55.18%).

- **Variable dependiente**

- Características sensoriales (aceptabilidad):
 - Color
 - Olor
 - Sabor
 - Textura
 - Apariencia general

- b. Métodos de análisis**

El análisis sensorial se realizó de acuerdo al autor, Anzaldúa-Morales (1994), utilizando la prueba de satisfacción de escala hedónica que consta de 7 puntos, (1= me disgusta mucho a 7 = me gusta mucho). Para lo cual se evaluó el grado de satisfacción de las galletas sustituidas con aceite de castaña (AC: 19.82%, 25%, 37.5%, 50 y 55.18%) y crema de castaña (CC: 19.82%, 25%, 37.5%, 50 y 55.18%), los cuales fueron comparados con la galleta patrón (100% de margarina) respectivamente, con la colaboración de 100 jueces no entrenados, en donde se les solicitó degustar los trece tratamientos de galletas, el cual se presenta en el (Anexo 10). Las características evaluadas fueron: (Color, olor, sabor, textura y apariencia general).

- c. Diseño experimental**

Se empleó el Diseño Central Compuesto (DCC) realizando cada tratamiento con 3 réplicas, teniendo como variables independientes el porcentaje de aceite y crema de castaña, como variable dependiente la aceptabilidad (olor, color, sabor, textura y apariencia general).

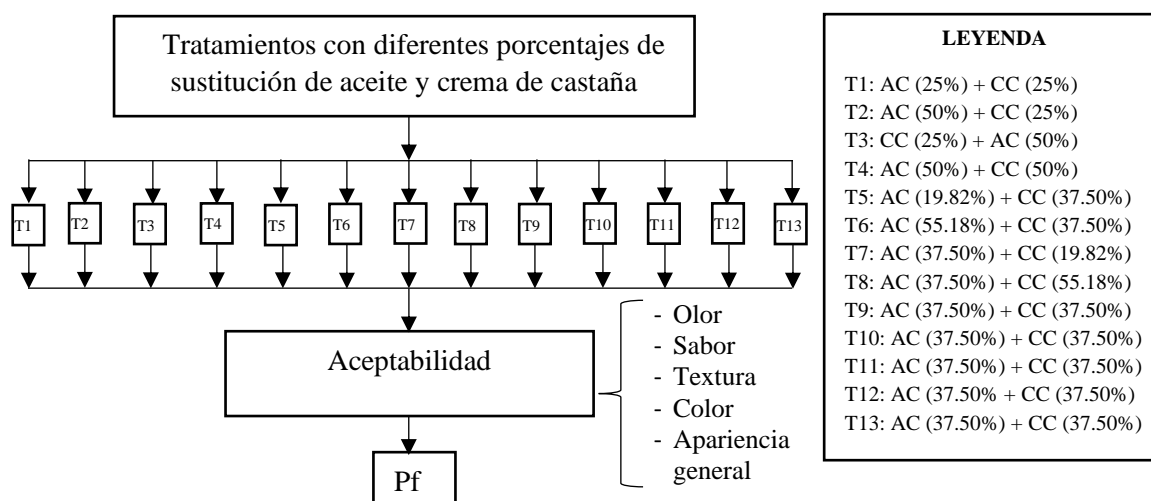


Figura 13: Diseño experimental de la aceptabilidad de las galletas.

d. Matriz de diseño para el objetivo 4

Tabla 26: Variables independientes, códigos y valores de las mezclas de aceite y crema de castaña

Variable independiente	Unidades	Símbolo	Código de niveles				
			$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
Aceite de castaña	%	AC	19.82	25	37.50	50	55.18
Crema de castaña	%	CC	19.82	25	37.50	50	55.18

Nota: $\alpha=1.414$, ($-\alpha$: nivel mínimo), (-1: nivel bajo), (0: nivel medio), (+1: nivel alto) y ($+\alpha$: nivel máximo)

Tabla 27: Formulaciones obtenidas mediante el diseño central compuesto para elaborar las galletas sustituidas con aceite y crema de castaña

Formulaciones	Variables codificables		Variables reales (%)	
	(X1)	(X2)	AC	CC
1	(-1)	(-1)	25.00	25.00
2	(1)	(-1)	50.00	25.00
3	(-1)	(1)	25.00	50.00
4	(1)	(1)	50.00	50.00
5	($-\alpha$)	(0)	19.82	37.50
6	(α)	(0)	55.18	37.50
7	(0)	($-\alpha$)	37.50	19.82
8	(0)	(α)	37.50	55.18
9	(0)	(0)	37.50	37.50
10	(0)	(0)	37.50	37.50
11	(0)	(0)	37.50	37.50
12	(0)	(0)	37.50	37.50
13	(0)	(0)	37.50	37.50

Nota: AC: Aceite de castaña; CC: Crema de castaña.

e. Diseño estadístico

Se empleó el Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA), trabajando con 13 tratamientos, asimismo los resultados se examinaron utilizando el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si los tratamientos son estadísticamente significativos, a un nivel de significancia de (α : 5% o 0.05) y con el test de comparación Tukey.

3.9. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Hipótesis general

- La sustitución de margarina por aceite y crema de castaña influye significativamente sobre las características reológicas de la masa, físicas, fisicoquímicas, rendimiento, textura y de aceptabilidad en la elaboración de galletas nutritivas utilizando harina de trigo, cañihua y quinua.

3.9.2. Hipótesis específica

- El porcentaje óptimo de las mezclas de harina de trigo, cañihua y quinua dependen del comportamiento reológico de la masa (consistencia de la masa, tiempo de estabilidad, extensibilidad, resistencia a la extensión y absorción de agua).
- Los tratamientos con mayor porcentaje de aceite y crema de castaña presentan mejores características físicas (coeficiente de excentricidad, coeficiente de dilatación, espesor, peso y volumen), fisicoquímicas (Índice de peróxido, acidez, humedad, cenizas totales y proteínas) y rendimiento en la formulación óptima de las galletas nutritivas utilizando harina de trigo, cañihua y quinua.
- Las galletas con menor porcentaje de sustitución de margarina por aceite y crema de castaña presentan mejores características en cuanto a la textura (dureza y fracturabilidad) de las galletas.
- La formulación óptima de la mezcla utilizando harina de trigo, cañihua y quinua con menor porcentaje de sustitución de margarina por aceite y crema de castaña son las más aceptables con respecto al análisis sensorial (color, olor, sabor, textura y apariencia general).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS PROXIMAL DE LA HARINA DE TRIGO, CAÑIHUA Y QUINUA

En la Tabla 28, se muestran los resultados del análisis proximal de las materias primas para la elaboración de galletas: harina de cañihua (HC) variedad ILLPA INIA 406, harina de quinua (Blanca de Juli) y harina de trigo (Bell's).

Tabla 28: Resultados del análisis proximal de la harina de trigo (HT), cañihua y quinua

Componente	Harina de cañihua	Harina de quinua	Harina de Trigo
	(HC)	(HQ)	(HT)
Humedad (%)	11.04	9.47	10.21
Proteína (%)	13.35	13.52	12.45
Ceniza (%)	2.70	1.46	1.12
Grasa (%)	5	7.34	4.84
Fibra cruda (%)	4.78	1.97	2.82
Carbohidratos (%)	63.13	66.24	68.56

En la Tabla 28, se evidencia que la harina de trigo mostró una humedad de 10.21% y cenizas 1.12%, estos valores están dentro del rango establecido por la NTP 205.064 (2015), que menciona que la máxima humedad es del 15% y cenizas 1.17%.

En lo que concierne a la harina de cañihua estos resultados fueron cercanos a lo reportado por Apaza (2010), quien encontró valores de humedad 9.6%, grasa 3.61%, cenizas 3.4%, proteínas 14.8% y carbohidratos 69.59%. En cuanto a la harina de quinua (Blanca de juli) nuestros resultados fueron similares a lo encontrado por Condori (2016), estos valores

fueron; humedad 10.40%, proteína 16.64%, grasa 6.65%, ceniza 1.68%, fibra 2.19% y carbohidratos 62.34%.

En la Tabla 29, se muestran los resultados del análisis fisicoquímico del aceite de castaña (Gatti), donde el índice de peróxido fue 0.15 Meq/kg y acidez 0.031 % los cuales son cercanos con lo reportado por Domínguez y Jimenez (2017), quienes obtuvieron resultados de acidez 0.1358% sin embargo no detectaron índice de peróxido en el aceite de castaña.

Además, cabe mencionar que los valores obtenidos se encuentran dentro del rango establecido por el Codex Alimentarius (Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comité del Codex sobre grasas y aceites) para aceites prensados, donde el índice de acidez debe ser menor a 2% y el índice de peróxido menor a 15 MeqO₂/Kg.

Tabla 29: Análisis fisicoquímico del aceite de castaña

Parámetros analizados	Resultados	Unidad
Índice de peróxido	0.15	Meq/kg
Acidez titulable	0.031	%

4.2. RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO REOLÓGICO DE LA MASA

4.2.1. Caracterización Farinográfica en Mezclas de Harinas

En el desarrollo del presente trabajo de investigación, se obtuvieron diferentes farinogramas (Anexo 11 al 24), asimismo los resultados de los análisis reológicos de las masas formuladas con harina de trigo, harina de cañihua y quinua, teniendo como parámetros; Absorción de Agua (%), estabilidad de la masa en minutos (mm:ss) y consistencia de la masa (FE) de cada tratamiento.

En la Tabla 30, respecto al análisis farinográfico se aprecia que el T1 presentó el menor porcentaje absorción de agua con 54.8% y el mayor valor obtuvo el T5 con 63.5%, respecto a la consistencia de la masa el T2 presentó el menor valor con 553 FE y el T12 obtuvo el mayor valor con 655 FE y finalmente en cuanto a la estabilidad el T1 presentó el mayor tiempo de estabilidad con 4.12 min y la menor estabilidad obtuvo el T8 con 1.55 min en comparación con la formulación testigo que presentó una absorción de agua de (57.9 %), de consistencia de masa (593 FE) y con un tiempo de (07:40 mm:ss) de estabilidad.

Tabla 30: Resultados de los análisis farinográficos de las mezclas de harina de cañihua (HC) y quinua (HQ)

Tratamientos	Absorción de agua (%)	Consistencia (FE)	Estabilidad (mm:ss)
T1	54.8±0.01	632±0.01	4:12±0.001
T2	57.0±0.01	553±0.12	3:00±0.001
T3	57.0±0.04	629±0.07	3:04±0.02
T4	62.5±0.01	624±0.15	2:04±0.03
T5	63.2±0.03	634±0.02	3:22±0.002
T6	61.3±0.01	579±0.006	2:02±0.002
T7	59.0±0.01	601±0.006	4:12±0.002
T8	59.2±0.01	631±0.20	1:55±0.002
T9	59.2±0.01	626±0.09	2:36±0.001
T10	59.1±0.01	644±0.42	2:34±0.001
T11	59.0±0.01	648±0.34	2:22±0.002
T12	59.2±0.02	655±0.25	2.17±0.001
T13	59.0±0.08	629±0.006	2:23±0.001
Testigo	57.9±0.01	593±0.18	07:40±0.002

En el Anexo 53, se muestra los valores resultantes obtenidos de la prueba ANOVA o (Análisis de varianza) mediante el Diseño Central Compuesto (DCC) para la variable dependiente: % de “absorción de agua” en función a los distintos porcentajes de reemplazo de harina de cañihua (HC) y (HQ), donde el p valor resultó > 0.05 , lo que señala que no hay una diferencia significativa entre el modelo (lineal, cuadrático y la interacción de HC y HQ a un intervalo de confianza del 95%. El valor R-cuadrado afirma que el modelo tiene una variabilidad del 39.39% con una desviación estándar de 2.28811.

En la Figura 14, se muestra el DPEE “Diagrama de Pareto de Efectos Estandarizados” de los factores independientes los cuales son (A: Harina de cañihua (HC) y B: Harina de quinua (HQ)), donde se puede evidenciar que los factores (B, AA, BB, A y AB) tienen un efecto no significativo respecto al parámetro absorción de agua.

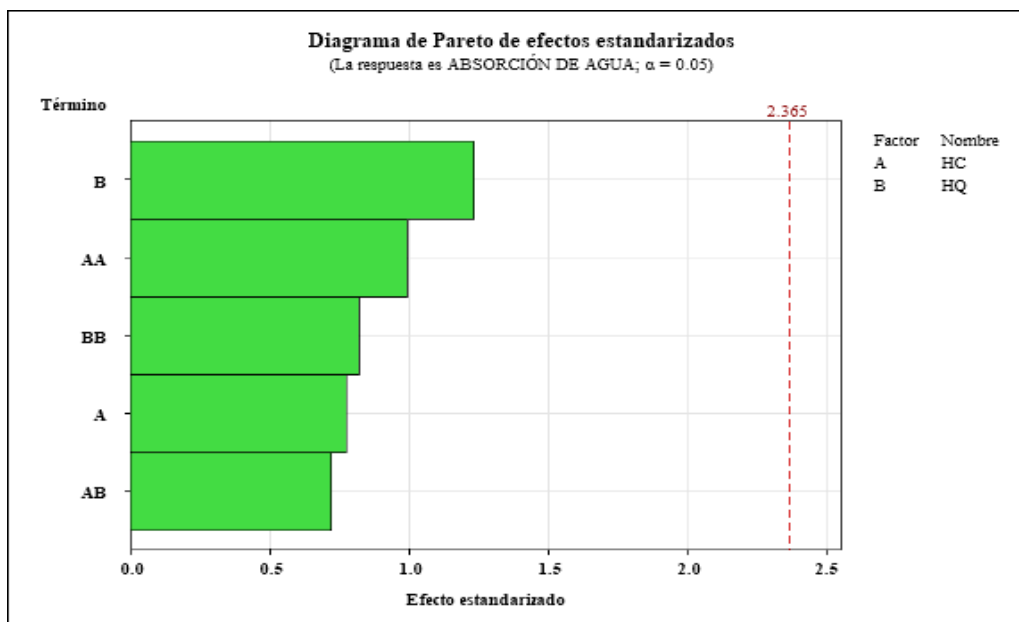


Figura 14: Diagrama de Pareto estandarizado para la absorción de agua (%).

En la Figura 15 y 16, se muestra la correlación entre las variables independientes como son la harina de cañihua (HC) y harina de quinua (HQ) con respecto al porcentaje de absorción de agua de la masa a través del gráfico de (efectos principales) y (superficie de respuesta), se puede apreciar que hasta llegar a una proporción de 17.50% de harina de cañihua (HC) decrece la “absorción de agua”, sin embargo a una proporción de 17.50%-28.11% aumenta lo que es la absorción de agua en la masa. En tanto al sustituir harina de quinua (HQ) respecto al porcentaje de absorción de agua incrementa hasta llegar a una proporción de 6.89%-25% no obstante a una porción de 25%-28.11% es inversamente proporcional.

Según SENA (1984), tomado de Beltrán *et al.* (2006), menciona que la absorción de agua de la harina de trigo apta para elaborar galletas debe de presentar un valor $<$ a 59%. Según nuestros resultados analizados se presentan valores de 54.8 - 63.2, donde el T1: con reemplazo de harina trigo por harina de quinua y cañihua (HQ: 10% y HC: 10%) presentó un porcentaje de absorción de agua de 54.8 inferior a los otros tratamientos lo cual es aceptable, esta formulación se encuentra apta para elaborar galletas. Estos resultados de absorción de agua son respaldados por Loli y Vasquez (2015), quienes obtuvieron resultados de 57.7% - 65.26%, donde la formulación F3 con la mezcla de harina de trigo, harina de maíz y harina de quinua de (HT: 80%+ HM: 5% + HQ: 15%): presentó menor porcentaje de absorción de agua respecto a la formulación F5 (HT: 80% + HQ: 10%+ HC_{cebada}: 10%): quien presentó mayor porcentaje de absorción de agua con 65.26%. Sin embargo, Castillo y Paucar (2021), evaluaron las propiedades reológicas de la mezcla de harina de trigo, harina de cañihua y quinua germinada donde obtuvieron resultados superiores en comparación a

nuestros resultados dentro de un rango de 62.6% - 65.3%, donde la formulación F8 (HQ: 5%, HC: 5%) presentó menor absorción de agua respecto a la formulación F5 (HQ: 5%, HC: 15%).

Los resultados del porcentaje de absorción de agua de las harinas optimizadas mediante el Diseño Central Compuesto (DCC) a diversas cantidades de harina de trigo por harina de quinua y cañihua se encuentran dentro de un rango de 54.8% - 63.2%.

Según Cerda *et al.* (2017), mencionan que la proteína de la quinua tiende a absorber una mayor cantidad de agua, sin embargo, este comportamiento se ve influenciado debido a su alto contenido de aminoácidos hidrosolubles. Por otra parte, Delgado y Neira (2016), indican que a mayor cantidad de proteínas, la harina tendrá una mayor capacidad de absorber el agua.

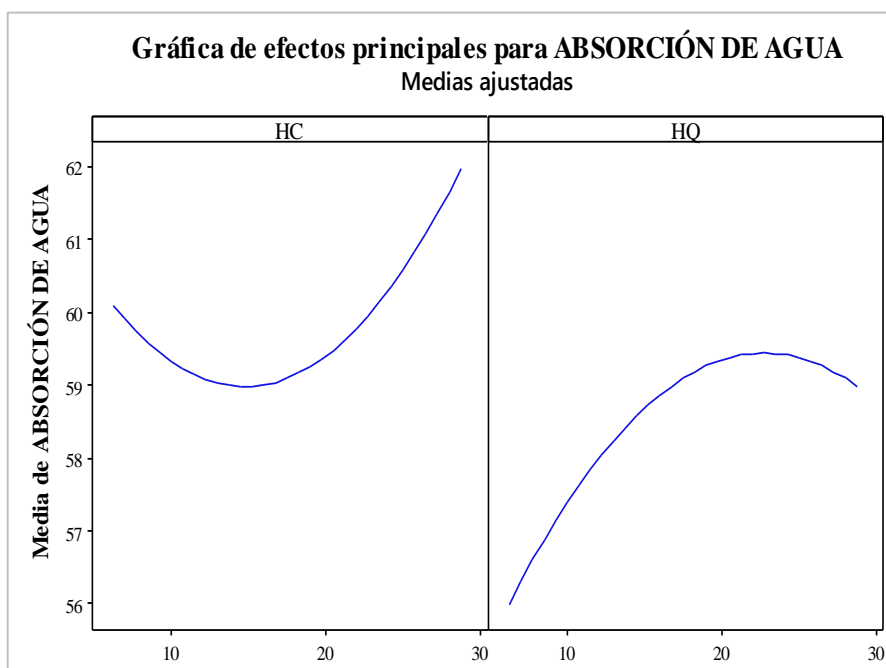


Figura 15: Gráfico de efectos principales de la variable absorción de agua (%).

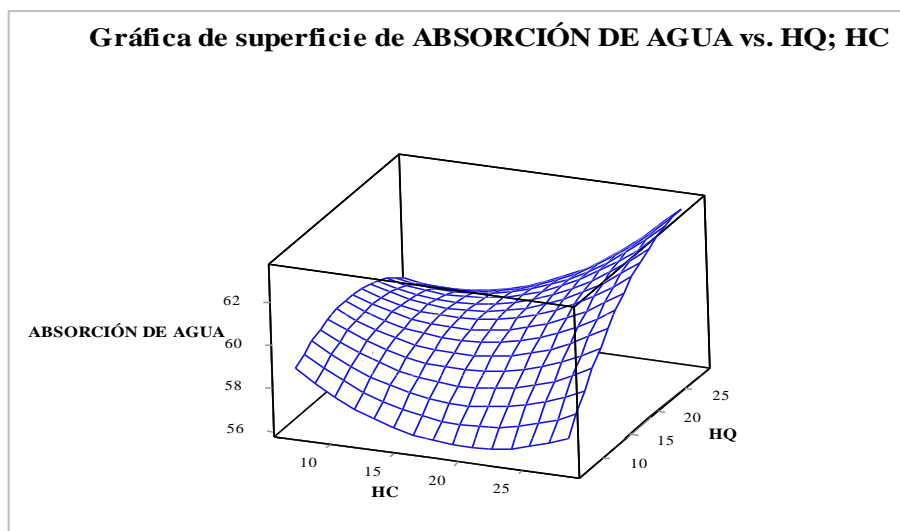


Figura 16: Gráfico de superficie de respuesta de la variable absorción de agua (%).

En el Anexo 54, se visualiza la prueba ANOVA con respecto a la consistencia de la masa (FE), en donde el valor p resultó < 0.05 para el modelo lineal, cuadrático e interacción de dos factores, por lo tanto nos indica que la relación de los factores HC*HC, HQ*HQ y la interacción de los factores HC*HQ influyen significativamente en la consistencia de la masa y los factores HC y HQ influyen independientemente en la consistencia. Así también el valor del R-cuadrado señala que el modelo presenta una variabilidad del 92.67% en la consistencia de la masa con una desviación estándar de 10.0989.

En la Figura 17, se puede apreciar el diagrama de pareto para la consistencia de la masa, donde cualquiera que traspase la línea roja de referencia significa que influyen en la variable de respuesta por lo tanto se puede observar que hay efectos significativos en todos los factores. Donde el factor HC tiene mayor influencia seguidos de la interacción HC*HC y el factor HQ.

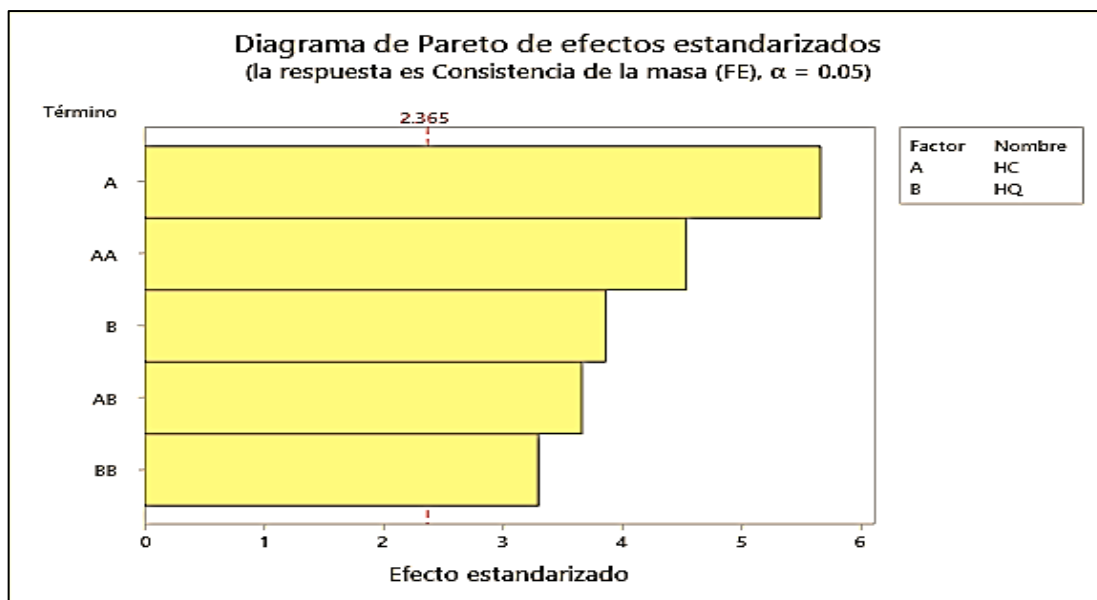


Figura 17: Diagrama de Pareto estandarizado para consistencia de la masa (FE).

En los gráficos de la Figura 18 y 19, se aprecia la influencia de la harina de cañihua y quinua con relación a la consistencia de la masa, en donde al incrementar hasta al menos (15%) de harina de cañihua (HC) se muestra el aumento de la consistencia (644 FE) aproximadamente, sin embargo conforme se va incrementando el porcentaje de sustitución hasta al menos (28.11%) disminuye el valor de la consistencia de la masa (572 FE) aproximadamente, esto podría deberse al contenido de fibras solubles, ya que la cañihua de la variedad Illpa INIA, tiene 7,8% de fibra soluble y 2,49% fibra insoluble (Ligarda, 2007). Según Sabanis *et al.* (2009), las fibras solubles se disuelven en la solución acuosa, junto con los demás solutos, y ayudan a envolver los gránulos de almidón, lubricando la masa final; este disminuye la cantidad de almidón disponible para absorber agua, lo que reduce aún más la consistencia y elasticidad de la masa.

Otro factor que puede influir es la incorporación de aire durante el proceso del amasado Martínez *et al.* (2014), observaron que las fibras solubles disminuyen la consistencia de la masa debido a que, el aire se incorpora a las masas en mayor volumen y burbujas más pequeñas debido a la estructura interna más uniforme y menos discontinuidades de estas masas en comparación con aquellos con fibras insolubles.

En lo referente a la harina de quinua se aprecia a menores valores de sustitución (6.89%) la consistencia en la masa incrementa hasta llegar a un (25%) de sustitución aproximadamente luego comienza a disminuir. Este aumento de la consistencia de la masa podría atribuirse a la mayor absorción de agua que presentaron en comparación con el tratamiento patrón. El

almidón, el componente principal tanto de la quinua como de la cañihua, asimismo es responsable de la consistencia de la masa (Rosell *et al.*, 2009). Debido a que el almidón tiene una gran capacidad de hidratación y su desaparición conduce a una disminución de la consistencia de la masa (Barrera *et al.*, 2006). Así también, Sciarini *et al.* (2013); Zouari, *et al.* (2016), mencionan que cuando interactúan el agua, la proteína y el almidón, favorecen la creación de enlaces que incrementan la consistencia de la masa.

El mismo efecto fue reportado por Llempen (2020), quien observó un aumento significativo en la consistencia de la masa cuando aumentó la sustitución de la harina de trigo, obteniendo así a un 10% de sustitución por (4.08% de harina de chía + 5.91% harina de Quinua) 772 FE de consistencia mientras que a un 29.99% de adición (14.99% de harina de chía + 15% harina de Quinua) obtuvo (1011 FE). Por su parte, Castillo y Paucar (2021), reportaron que la harina de cañihua y quinua germinada aumentan el valor de consistencia de la masa cuando incrementa su sustitución, obteniendo así a un 10% de sustitución por harina de cañihua y quinua germinada (HC: 5% y HQ: 5%) una consistencia de 764 FE mientras que a un 20% de sustitución de harina de trigo (HC: 10% y HQ: 10%) observaron un incremento en la consistencia de la masa 824 FE. Vázquez (2009), afirma que la consistencia de la masa depende de la relación por un lado entre la cantidad de agua agregada y la capacidad de absorción de la harina, y por otro de las propiedades del gluten.

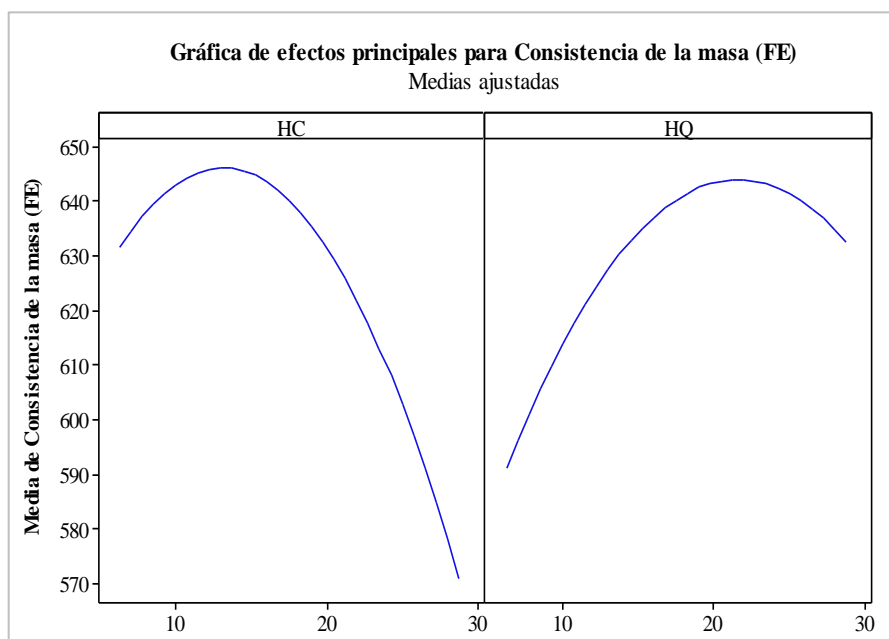
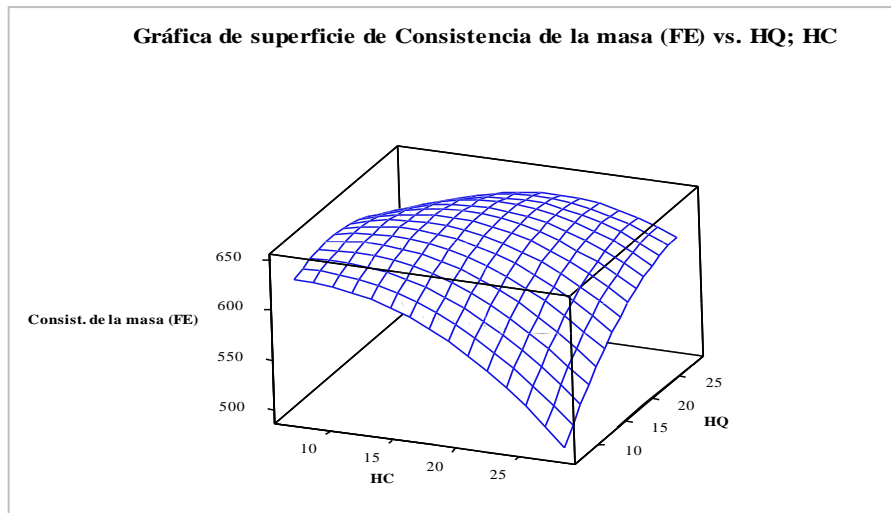


Figura 18: Gráfico de efectos principales de la variable consistencia (FE).



En el Anexo 55, se visualiza la prueba ANOVA con respecto a la estabilidad de la masa (mm:ss), en donde el p-valor resultó significativo para el modelo lineal y cuadrático por lo tanto nos indica que la interacción de los factores HQ*HQ, HC*HC influyen significativamente sobre la estabilidad y los factores HC y HQ influyen independientemente sobre la estabilidad de la masa. Así también el valor del R-cuadrado señala que el modelo presenta una variación del 92.50% en la estabilidad de la masa con una desviación estándar de 0.287.

En la Figura 20, se puede apreciar el diagrama de Pareto respecto a la estabilidad de la masa (mm:ss), en la cual se puede observar que hay cuatro efectos significativos que son las variables HQ y HC así también la relación de los factores HQ*HQ y HC*HC. Donde el factor HC tiene mayor influencia en la estabilidad de la masa seguido del factor HQ y la relación HQ*HQ.

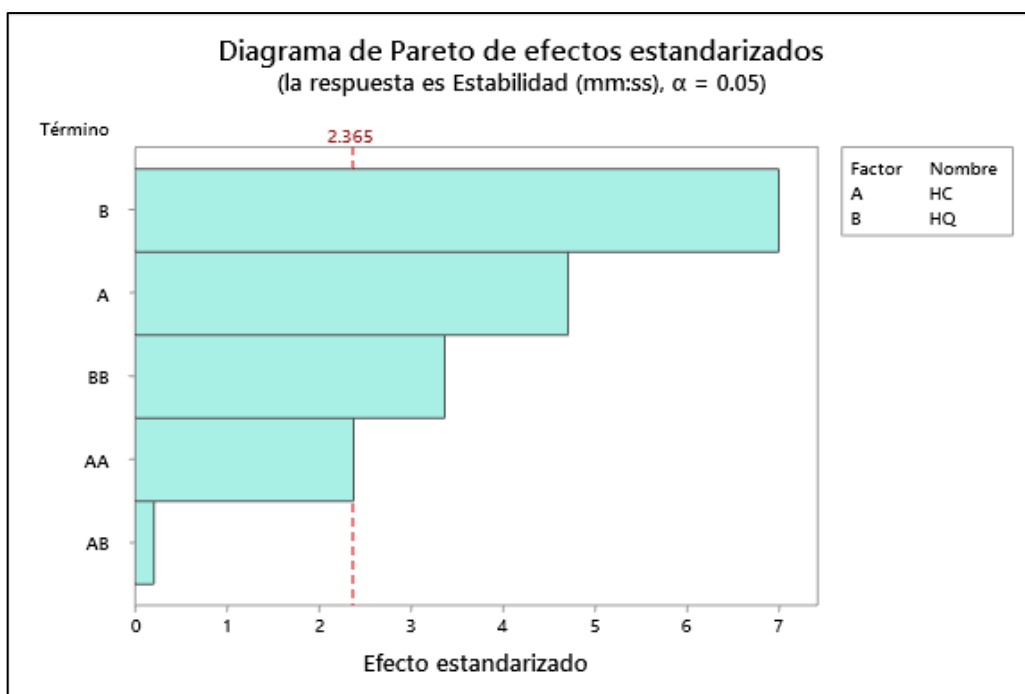


Figura 20: Diagrama de Pareto estandarizado para estabilidad de la masa (mm:ss).

En los gráficos de la Figura 21 y 22, se visualiza la influencia de los porcentajes de reemplazo de la harina de quinua y cañihua con relación a la estabilidad de la masa, en lo referente a la harina de cañihua se aprecia que a menores valores de sustitución (6.89 %) mayor es la estabilidad (03:60 mm:ss) sin embargo al incrementar hasta al menos (25 %) la estabilidad de la masa tiene la tendencia a disminuir (02:10 mm:ss) aproximadamente posteriormente se observa un ligero incremento. Para el caso de la harina de quinua respecto a la estabilidad también es inversamente proporcional hasta llegar a un (25%) de sustitución luego aumenta ligeramente.

El bajo tiempo de estabilidad durante el periodo de mezcla es un indicativo de la debilidad estructural de la red de gluten en la masa (Park y Morita, 2005). Puesto que en sus composiciones de la harina de cañihua y quinua no se encuentran las proteínas que al hidratarse forman el gluten, que bajo condiciones apropiadas de trabajo mecánico, origina una masa elástica y cohesiva (Lascano, 2010; Luna, 2021).

Castillo y Paucar (2021), reportaron que la estabilidad de la masa en el farinógrafo disminuyó de 5.42 a 3.67 min a medida que se aumenta la sustitución de la harina de cañihua y quinua de 10 a 20% ambas en igual proporción, resultados similares a los encontrados en nuestro estudio. Así también, Švec *et al.* (2019), observaron la disminución de la estabilidad

de la masa con harina de quinua de 8.75 a 6.25 min para un 10 y 20% de sustitución respectivamente para el caso de la masa con 10% harina de cañihua obtuvo 4.50 min y a un 20% de incorporación evidenció que el tiempo de la estabilidad aumentó a 10 min. Por su parte, Aguirre *et al.* (2021), encontraron una disminución en la consistencia de la masa cuando aumentaron las sustituciones harina de cañihua, quinua y semillas de chía, obteniendo así de 100% de harina de trigo 4.19 min, mientras que a un 19.5% de sustitución (HC:12.5%, HQ: 5% y semilla de chia: 2%) 3.10 min y finalmente a un 28.5% de sustitución (HC:10%, HQ: 10% y semilla de chia: 3.5%) obtuvieron 2.24 min.

Nemeth *et al.* (1994), mencionado por Huerta (2007), afirma que las harinas de trigo suave tienen una estabilidad que oscila entre (3.5 a 5.95 min) la cual es una harina apropiada para la elaboración de galletas. Por otra parte, según SENA (1984), obtenido de Beltrán *et al.* (2006), menciona que la estabilidad de la harina de trigo debe ser menor a 12 min para elaborar galletas. Según nuestros resultados analizados se presentan valores de 1.55 – 4.12 min (Tabla 30), donde el T1: con sustitución de harina de trigo por harina de cañihua y quinua de (HQ: 10% y HC: 10%) y el T7: con sustitución de (HQ: 17.5% y HC: 6.89%) obtuvieron 4.12 min de estabilidad por lo tanto estas dos formulaciones se considerarían harinas de trigo suave.

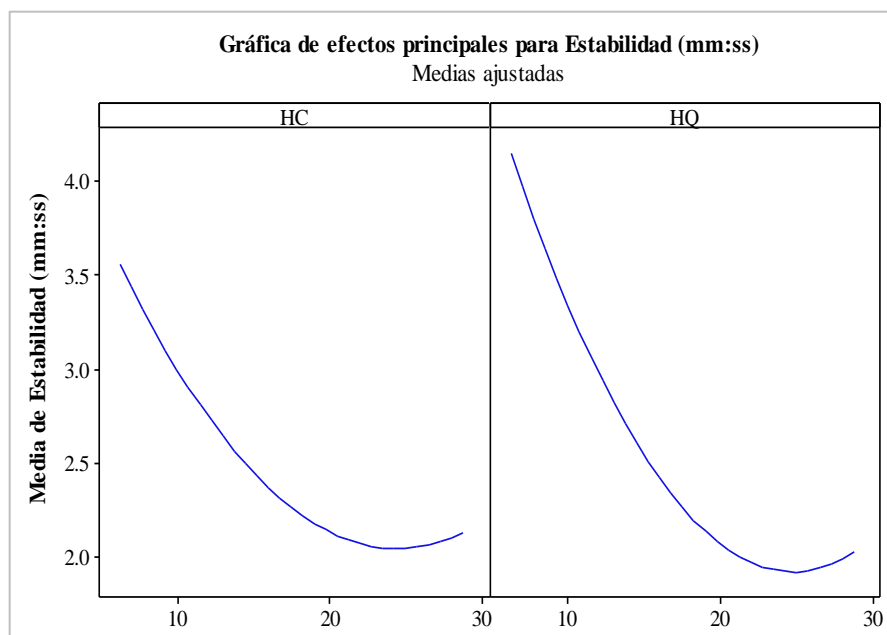


Figura 21: Gráfico de efectos principales de la variable Estabilidad de la masa (mm:ss).

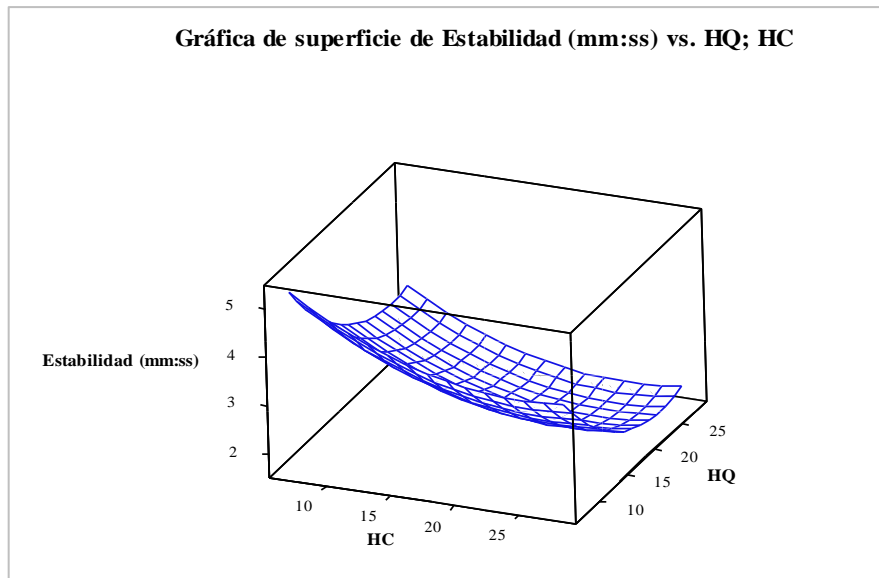


Figura 22: Gráfico de superficie de respuesta de la variable Estabilidad de la masa (mm:ss).

En la Tabla 31, respecto al análisis extensográfico se aprecia que el T7 presentó la mayor resistencia a la extensión en un tiempo de fermentación de 30 y 60 min, el T1 obtuvo la mayor resistencia a la extensión a un tiempo de 90 min.

Con relación a la extensibilidad el T5 presentó mayor extensibilidad en un tiempo de reposo de 30 min y 60 min y finalmente el T1 obtuvo la mayor extensibilidad con 92 mm en un tiempo de 90 min en comparación con la formulación testigo que presentó mayores valores en cuanto a la resistencia a la extensión de 247 BU y una extensibilidad de 138 mm en un tiempo de reposo de 30 min.

Tabla 31: Resultados de los parámetros Extensográficos de las mezclas de harina de cañihua y quinua

TRATAMIENTOS	RESISTENCIA A LA EXTENSIÓN (BU)			EXTENSIBILIDAD (mm)			MÁXIMO (BU)		
	min			Min			min		
	30	60	90	30	60	90	30	60	90
T1	165	184	215	87	90	92	212	216	254
T2	162	150	147	71	72	65	261	244	260
T3	155	149	150	81	71	67	264	246	250
T4	134	43	0	60	61	46	398	322	353
T5	162	193	184	98	95	86	181	212	211
T6	134	56	74	58	55	53	292	306	304
T7	170	200	200	87	86	77	196	223	234
T8	47	37	0	54	53	42	251	332	348
T9	132	148	133	75	67	58	204	230	255
T10	127	154	127	73	65	59	200	211	209
T11	150	133	169	79	59	64	222	249	263
T12	129	149	148	66	69	63	222	238	242
T13	108	122	120	67	71	62	184	192	198
TESTIGO	247	241	234	138	136	131	281	279	264

En el Anexo 56, se presenta los resultados de la prueba ANOVA para la variable de respuesta (resistencia a la extensión) a un tiempo de (30 min) en función a las distintas proporciones de harina de cañihua (HC) y (HQ), donde el p-valor resultó mayor a 0.05 entre la relación (HC*HQ), esto quiere decir que no hay un efecto estadísticamente significativo entre ambos factores. El valor R-cuadrado indica que el modelo tiene una variabilidad del 64.25% con una desviación estándar de 25.5275.

En la Figura 23, se estima el DPEE “Diagrama de pareto estandarizado” de los factores independientes los cuales son: (A: Harina de cañihua (HC) y B: Harina de quinua (HQ)), donde se puede evidenciar que la línea de referencia cruza en el factor (B) que está en 2.365. Este factor es estadísticamente significativo ya que presenta un p valor menor a 0.05, mientras que los factores (AA, A, BB y AB) tienen un efecto no significativo en cuanto a la variable respuesta resistencia a la extensión durante 30 min.

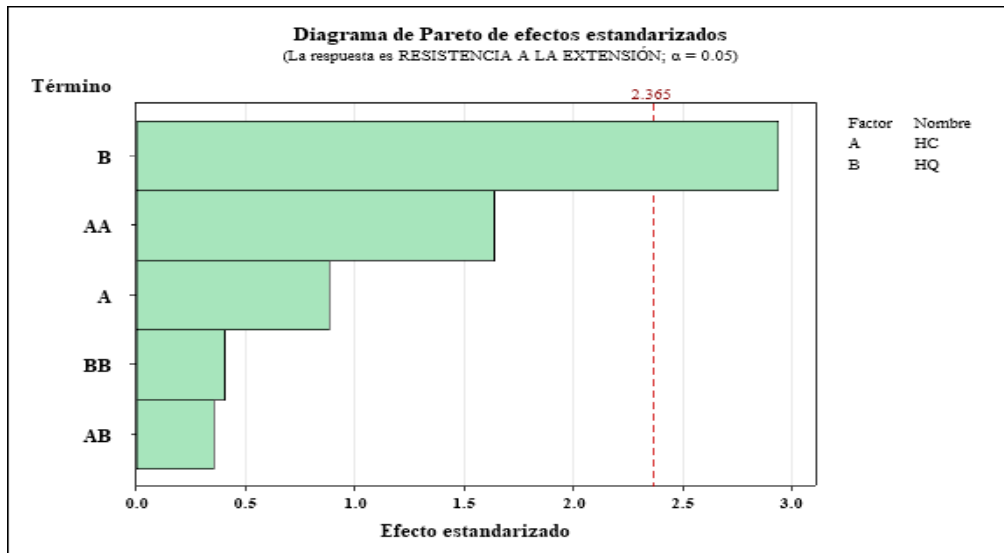


Figura 23: Diagrama de Pareto estandarizado para la resistencia a la extensión de la masa a 30 min.

En la Figura 24 y 25, se muestra resultados del comportamiento reológico de la masa, donde la interacción entre la harina de cañihua y quinua con respecto a la resistencia a la extensión durante un periodo de tiempo de (30 min), mediante el gráfico de (EP: Efectos principales) y (SR: Superficie de respuesta) se puede apreciar que hasta llegar a una proporción de 17.50 % de harina de cañihua (HC) la resistencia a la extensión decrece. Sin embargo, a una proporción de 17.5% - 28.11% aumenta la resistencia a la extensión de las masas. En el caso de la adición de harina de quinua (HQ) a una proporción de 6.89% a 28% disminuye la resistencia a la extensión.

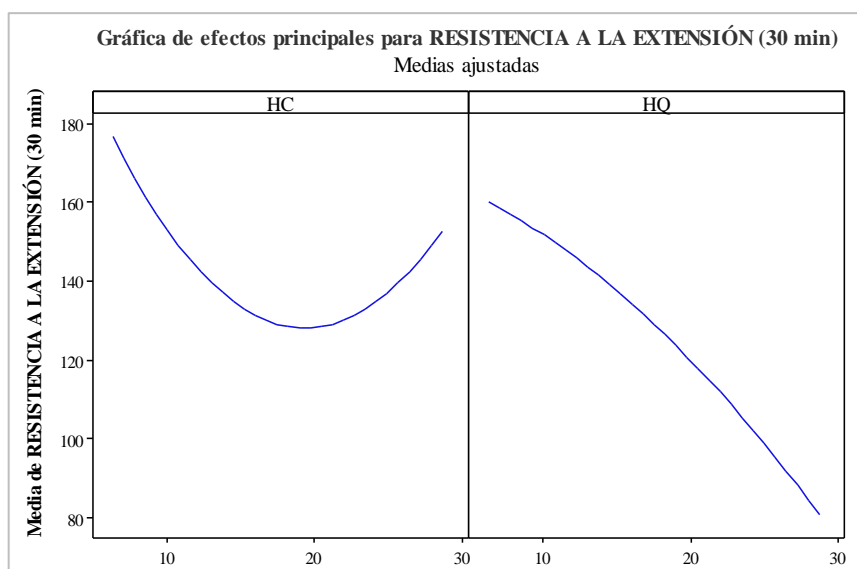


Figura 24: Gráfico de efectos principales de la variable resistencia a la extensión (BU) a 30 min.

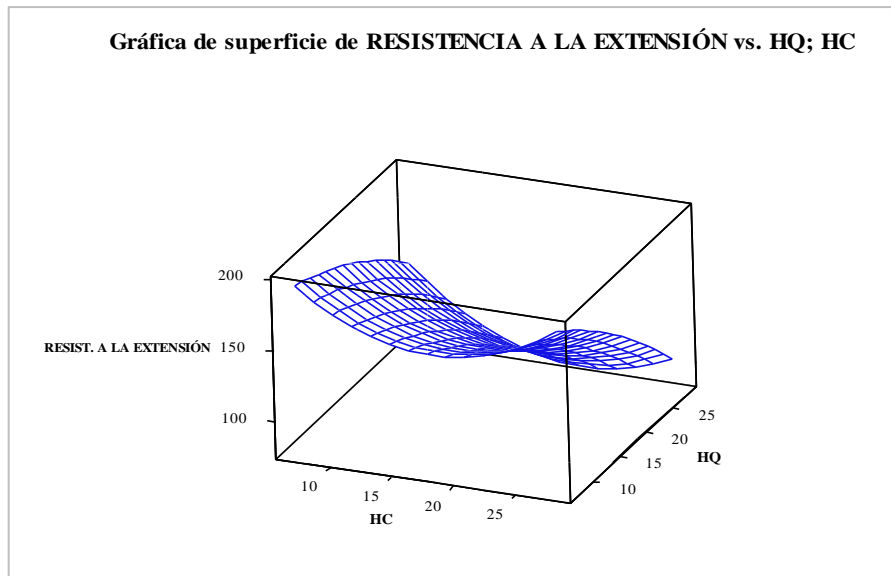


Figura 25: Gráfico de superficie de respuesta de la variable resistencia a la extensión (BU) a 30 min.

En el Anexo 57, se muestran los valores resultantes de la prueba ANOVA para la variable de respuesta resistencia a la extensión a un tiempo de (60 min) en función a las distintas proporciones de harina de cañihua (HC) y (HQ), donde el p-valor resultó mayor a 0.05, lo que demuestra o señala que no hay una diferencia significativa entre el modelo (lineal, cuadrático y la interacción HC y HQ) a un intervalo de confianza del (95%). El valor R-cuadrado afirma que el modelo tiene una variabilidad del 93.67% con una desviación estándar de 17.9177%.

En la Figura 26, se muestra el DPEE de las variables independientes (A; Harina de cañihua (HC) y B; Harina de quinua (HQ)), donde se puede evidenciar que los factores (B y A) atraviesan sobre la (línea de referencia) la cual se encuentra en 2.365. Estas variables son estadísticamente significativas ya que presentan un p valor menor a 0.05, mientras que los factores (AB, BB y AA) tienen un efecto no significativo en cuanto al parámetro resistencia a la extensión durante 60 min.

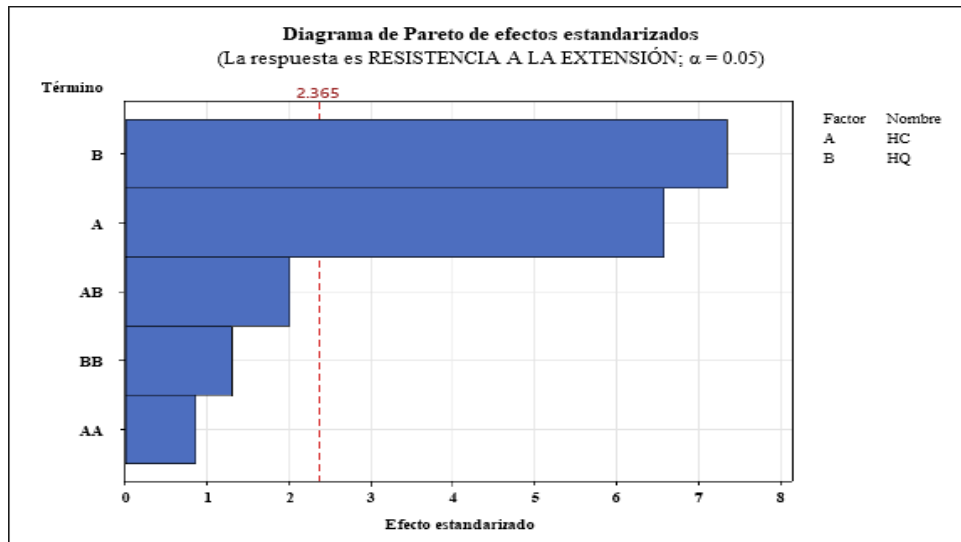


Figura 26: Diagrama de Pareto estandarizado para la resistencia a la extensión de la masa a 60 min.

En la Figura 27 y 28, se muestra los resultados del comportamiento reológico de la masa, donde la interacción entre la harina de cañihua y quinua con respecto a la resistencia a la extensión durante un periodo de tiempo de (60 min), mediante el gráfico de (EP: Efectos principales) y (SR: Superficie de respuesta), se logra estimar que conforme se acrecienta el nivel de sustituto de harina de quinua (HQ) y harina de cañihua (HC) la resistencia a la extensión decrece respectivamente para ambos factores.

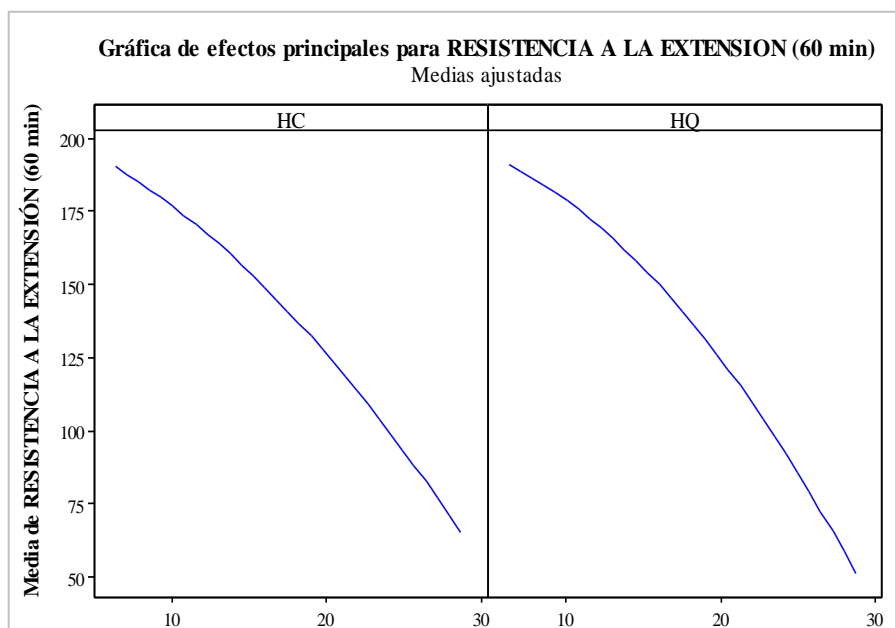


Figura 27: Gráfico de efectos principales de la variable resistencia a la extensión (BU) a 60 min.

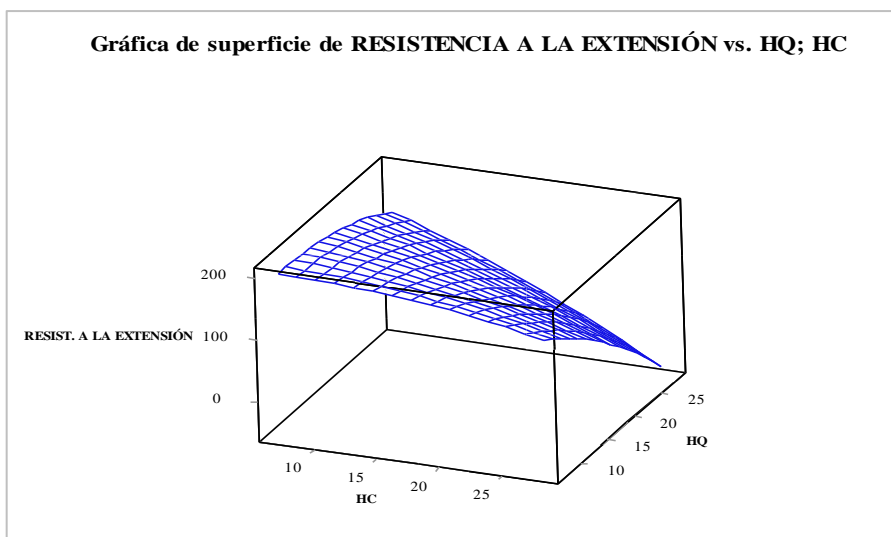


Figura 28: Gráfico de superficie de respuesta de la variable resistencia a la extensión (BU) a 60 min.

En el Anexo 58, se presenta los datos resultantes de la prueba ANOVA para la variable de respuesta (resistencia a la extensión) a un tiempo de (90 min) en función a los distintos porcentajes de reemplazo de harina de quinua (HQ) y (HC), donde el p-valor resultó mayor a 0.05, lo que demuestra que no hay una diferencia significativa entre el modelo (lineal, cuadrático y la interacción HC y HQ) a un intervalo de confianza del: (95%). El valor R-cuadrado señala que el modelo tiene una variabilidad del 94.50% con una desviación estándar de 20.7031.

En la Figura 29, se estima el DPEE “Diagrama de Pareto de Efecto Estandarizado” de los factores independientes los cuales son: (A; Harina de cañihua (HC) B; Harina de quinua (HQ)), donde se puede evidenciar que los factores (B y A) traspasan sobre la (línea de referencia) que se encuentra en 2.365. Estas variables son estadísticamente significativas ya que presentan un p valor menor a 0.05, mientras que los factores (BB, AB y AA) tienen un efecto no significativo en cuanto al parámetro resistencia a la extensión durante 90 min.

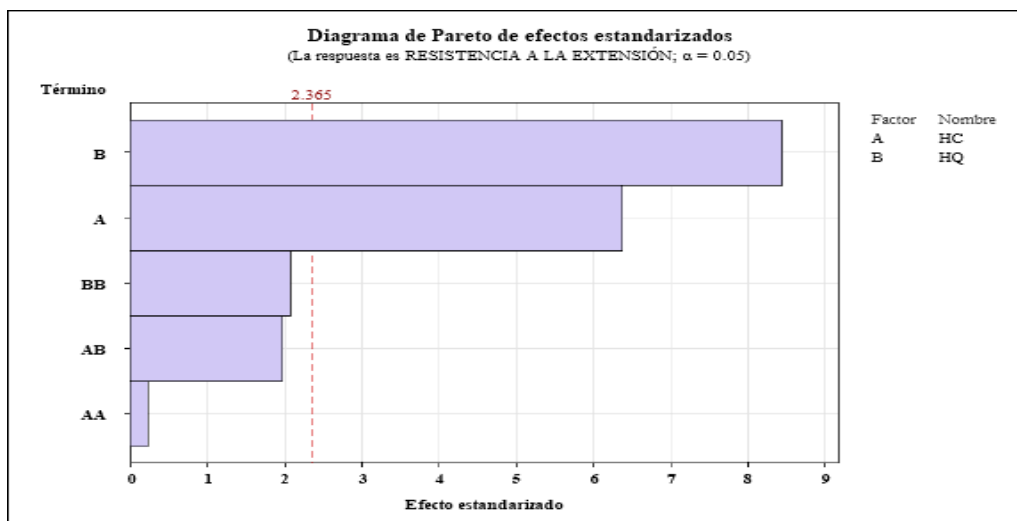


Figura 29: Diagrama de Pareto estandarizado para la resistencia a la extensión de la masa a 90 min.

En la Figura 30 y 31, se muestra resultados del comportamiento reológico de la masa, donde la interacción entre la harina de cañihua y quinua con respecto a la resistencia a la extensión durante un periodo de tiempo de (90 min), mediante el gráfico de (EP: Efectos principales) y (SR: Superficie de respuesta), se puede apreciar que acorde se acrecienta la cantidad de reemplazo de harina de cañihua (HC) y harina de quinua (HQ) la resistencia a la extensión decrece respectivamente para ambos factores.

Respecto a la resistencia a la extensión, la formulación obtenida mediante diseño central compuesto (DCC) de los trece tratamientos con reemplazo de harina de trigo (H_{Trigo}) por harina cañihua ($H_{\text{Cañihua}}$) y quinua (H_{Quinua}) se reportó resultados de (47-170 UB) a un tiempo de 30 min, a 60 min (37-200 UB) y finalmente a un tiempo de 90 min (0-215 UB), se logró evidenciar que en el tiempo de 30 y 60 min el T7 obtuvo una resistencia a la extensión mayor respecto a los otros tratamientos sin embargo el T1 a 90 min presentó mayor resistencia a la extensión 215 UB con una sustitución del 20% de (HC: 10% y HQ: 10%). Capurro y Huerta (2016), mencionan que la harina de trigo galletera debe de presentar una resistencia a la extensión de 286 UB, 286 UB y 341 UB a tiempo de 30 min, 60 min y 90 min. A mayor valor de sustituto de harina de trigo (H_{Trigo}) por harina de cañihua ($H_{\text{Cañihua}}$) y quinua (H_{Quinua}) menor es la resistencia a la extensión.

Sin embargo, nuestros resultados son inferiores a lo encontrado por Castillo y Paucar (2021), quienes obtuvieron resultados dentro de un rango de (823-1390 UB), a un 20% de sustitución de harina trigo por harina de cañihua y quinua germinada (HC:10% y HQ:10%) una resistencia a la extensión de (1041 UB) mientras tanto a un 10 % de sustitución de harina de

trigo (HC:5% y HQ: 5%) observaron un incremento en la resistencia a la extensión 1390 UB. Analizando estos resultados podemos deducir que a menor nivel de reemplazo de H_{Trigo} por harina de cañihua y quinua mayor es la resistencia a extensión de la masa.

Cruz y Mendoza (2015), mencionan que la masa para galletas debe tener resistencia a la extensión y menos elasticidad que la masa destinada a la fabricación de pan. Por su parte, Castillo y Paucar (2021), indican que el pequeño tamaño de los gránulos de almidón en la cañihua contribuye a mejorar su resistencia contra el estrés mecánico y térmico. Por otra parte, Símpalo (2022), afirma que el aumento en la resistencia a la extensión y reducción de la extensibilidad de la masa se asocian al aumento de grado de sustitución, estableciéndose que las masas de mezcla se tornan más duras y cortas que la masa de harina de trigo, debido primordialmente a la reducción de la proporción de gluten.

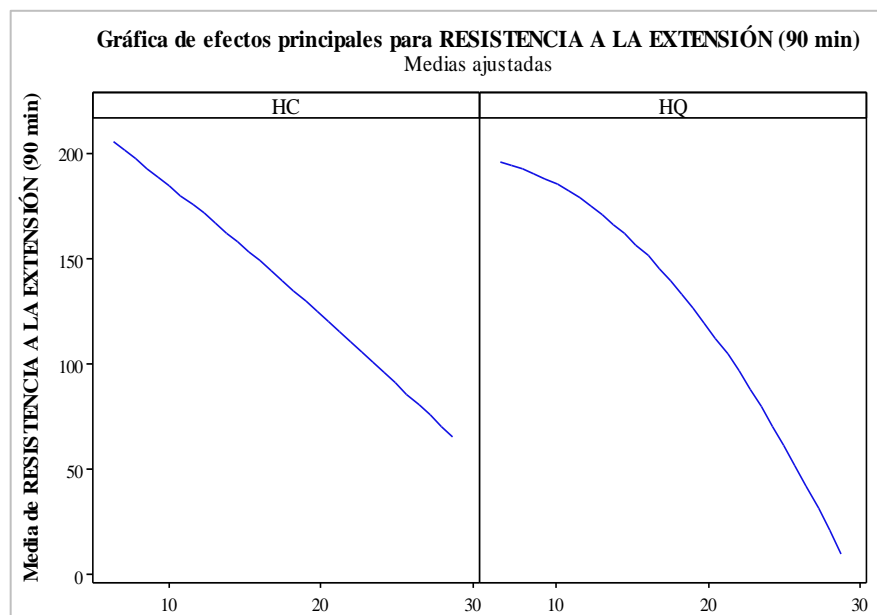


Figura 30: Gráfico de efectos principales de la variable resistencia a la extensión (BU) a 90 min.

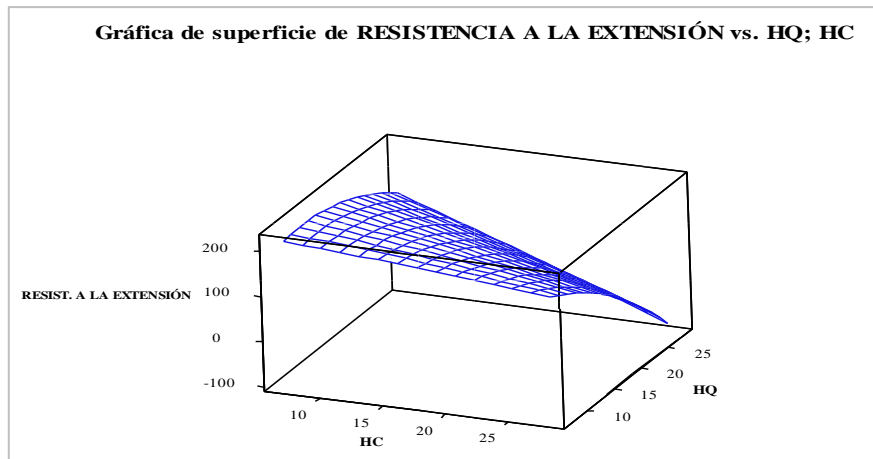


Figura 31: Gráfico de superficie de respuesta de la variable resistencia a la extensión (BU) a 90 min.

En Anexo 59, se visualiza la prueba estadística ANOVA para la extensibilidad a un tiempo de reposo (30 min), donde se aprecia que el p-valor resultó significativo para el modelo lineal por lo tanto los factores HC y HQ influyen independientemente en la extensibilidad de la masa a un tiempo de reposo (30 min). El valor del R-cuadrado señala que el modelo presenta una variabilidad del 85.67% en la extensibilidad de la masa con una desviación estándar de 6.391.

En la Figura 32, se puede visualizar el diagrama de Pareto para la extensibilidad de la masa a un tiempo de reposo (30 min). Donde se puede observar que hay dos efectos significativos que son los factores HC y HQ. Donde el factor HC tiene mayor influencia en la extensibilidad de la masa a un tiempo de (30 min) seguido del factor HQ.

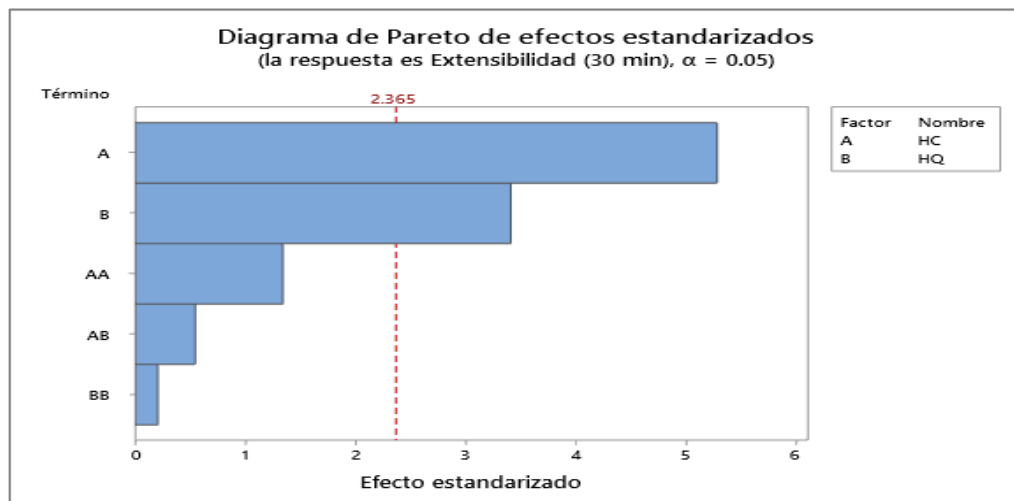


Figura 32: Diagrama de Pareto estandarizado para la extensibilidad de la masa a 30 min.

En los gráficos de la Figura 33 y 34, se aprecia la incidencia de las variables independientes harina de cañihua (HC) y harina de quinua (HQ) con relación a la extensibilidad de la masa a un tiempo de reposo (30 min), en la cual se muestra que a menores porcentajes de sustitución harina de cañihua (6,89%) mayor es la extensibilidad (98 mm) aproximadamente y conforme se aumenta la sustitución hasta al menos (28,11%) se obtiene una menor extensibilidad en la masa (58 mm) aproximadamente. De la misma forma ocurre con la sustitución de la harina de quinua, el cual es inversamente proporcional a la extensibilidad de la masa a un tiempo de reposo (30 min).

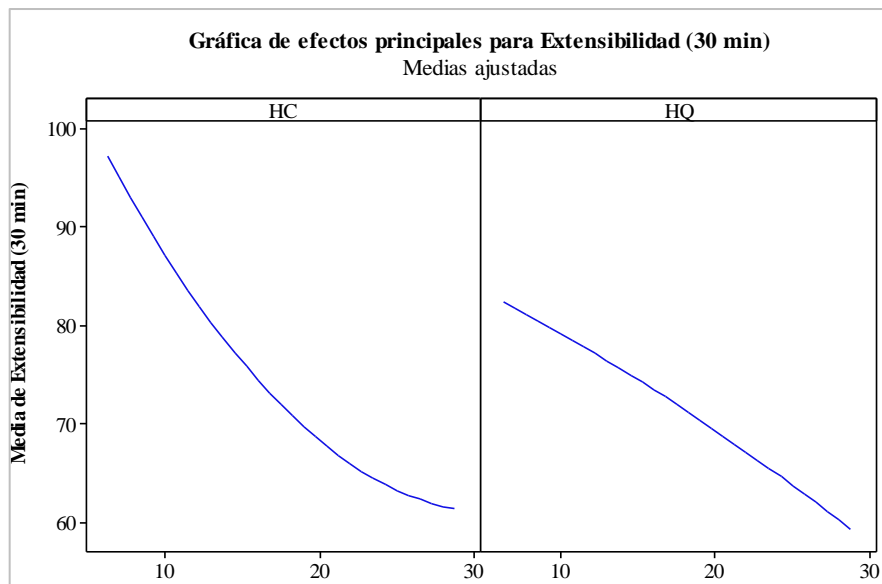


Figura 33: Gráfico de efectos principales de la variable extensibilidad (mm) a 30 min.

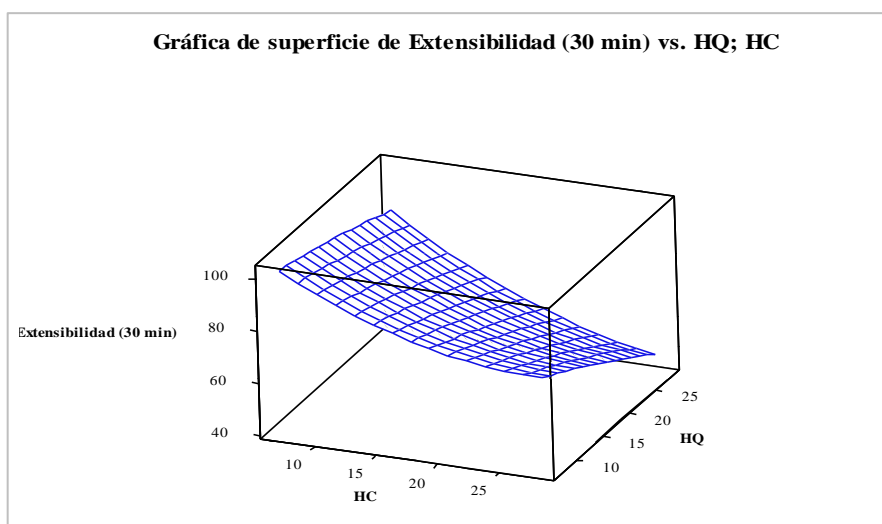


Figura 34: Gráfico de superficie de respuesta de la variable extensibilidad (mm) a 30 min.

En Anexo 60, se puede visualizar la prueba ANOVA para la extensibilidad a un tiempo de reposo (60 min), donde se aprecia que el p-valor resultó significativo para el modelo lineal y la relación HC*HC por lo tanto la relación de los factores HC*HC y los factores HC y HQ influyen significativamente sobre la extensibilidad de la masa a un tiempo de reposo (60 min). El valor del R-cuadrado señala que el modelo presenta una variabilidad del 93.40% en la extensibilidad de la masa con una desviación estándar de 4.831.

En la Figura 35, se puede apreciar el Diagrama de Pareto para la extensibilidad de la masa a un tiempo de 60 min. se puede observar que el factor HC tiene mayor efecto en la extensibilidad de la masa a un tiempo de 60 min seguido del factor HQ y finalmente la relación HC*HC.

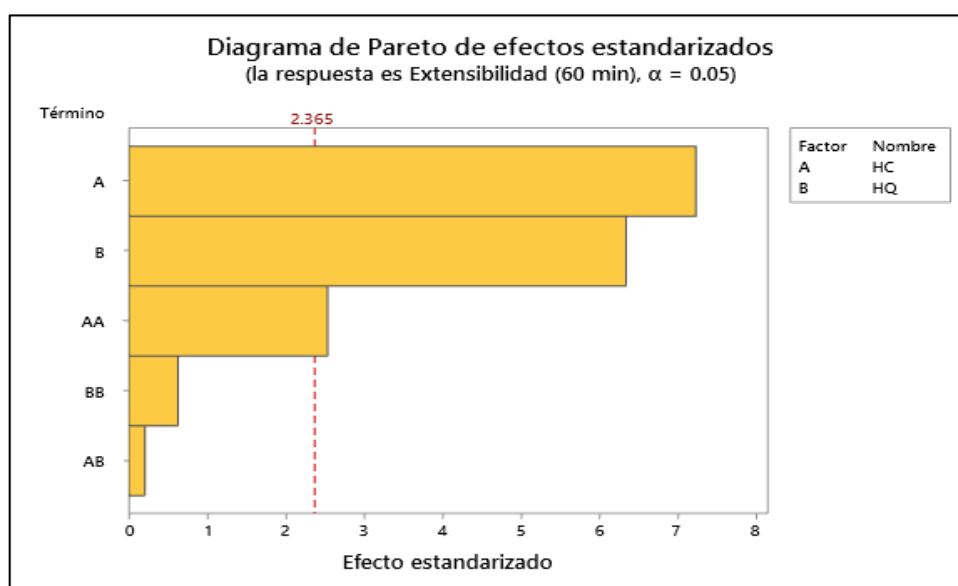


Figura 35: Diagrama de Pareto estandarizado para la extensibilidad de la masa a 60 min.

En los gráficos de la Figura 36 y 37, se visualiza la incidencia de las variables independientes harina de cañihua (HC) y harina de quinua (HQ) con relación a la extensibilidad de la masa a un tiempo de reposo (60 min), en donde a menores porcentajes de sustitución de la harina de cañihua hasta al menos (6,89%) mayor es la extensibilidad (97 mm) aproximadamente, sin embargo, conforme se va incrementando hasta (28,11%) decrece el valor de la extensibilidad de la masa (58 mm) aproximadamente. De la misma forma ocurre con la sustitución de la harina de quinua, el cual es inversamente proporcional a la extensibilidad de la masa a un tiempo de reposo (60 min).

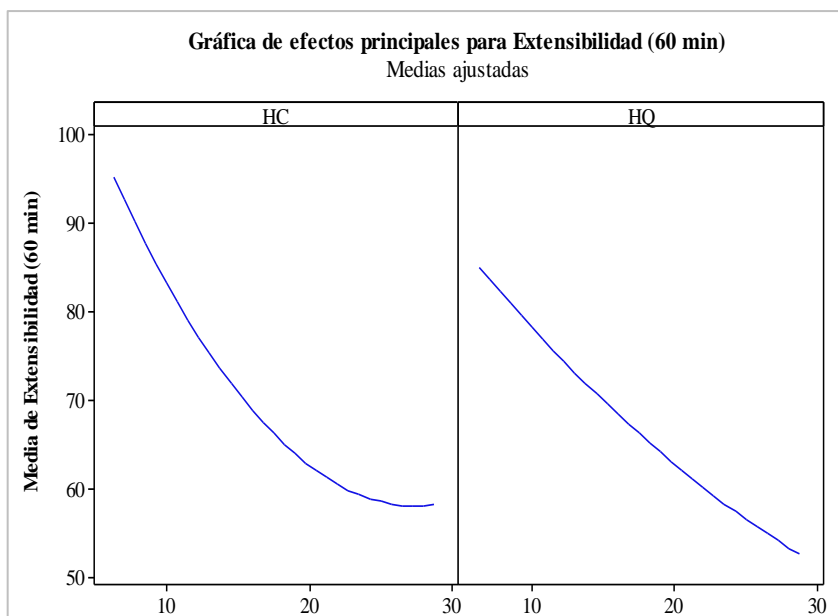


Figura 36: Gráfico de efectos principales de la variable extensibilidad (mm) a 60 min.

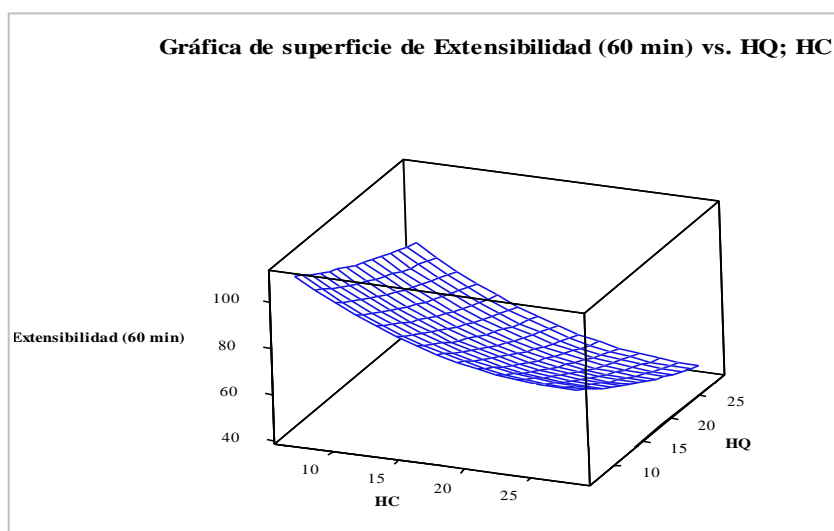


Figura 37: Gráfico de superficie de respuesta de la variable extensibilidad (mm) a 60 min.

En Anexo 61, se visualiza el análisis de varianza para la extensibilidad de la masa a un tiempo de reposo (90 min), donde se aprecia que el p-valor resultó significativo para el modelo lineal y la relación HC*HC por lo tanto la relación de los factores HC*HC y los factores HC y HQ influyen significativamente sobre la extensibilidad de la masa a un tiempo de reposo (90 min) a un nivel de significancia ($\alpha = 0.05$). El valor del R-cuadrado señala que el modelo presenta una variabilidad del 98% en la extensibilidad de la masa con una desviación estándar de 2.640.

Para el caso de la extensibilidad a un tiempo de reposo (90 min). En la Figura 38, se puede observar que hay 3 efectos significativos que son las variables HC, HQ y el cuadrado HC*HC. Donde el factor HC tiene mayor efecto en la extensibilidad de la masa a un tiempo de 90 min seguido de la variable HQ y finalmente la relación de los factores HC*HC.

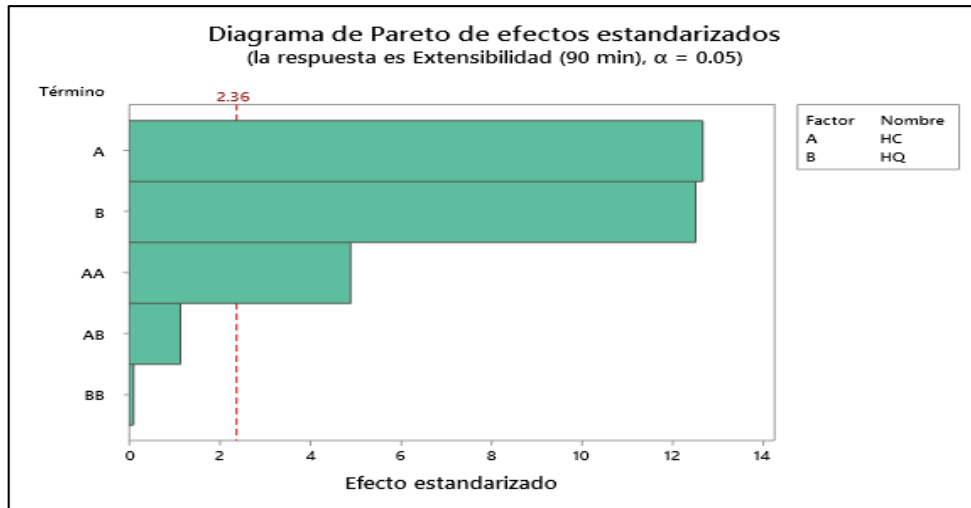


Figura 38: Diagrama de Pareto estandarizado para la extensibilidad de la masa a 90 min.

En los gráficos de la Figura 39 y 40, se visualiza la incidencia de las variables independientes harina de cañihua (HC) y harina de quinua (HQ) con relación a la extensibilidad de la masa a un tiempo de reposo (90 min), se muestra que a menores porcentajes de sustitución harina de cañihua hasta al menos (6.89%) mayor es la extensibilidad (90 mm) aproximadamente conforme se va incrementando la sustitución (28.11%) disminuye el valor de la extensibilidad de la masa (54 mm) aproximadamente. De la misma forma ocurre con la sustitución de la harina de quinua, el cual es inversamente proporcional a la extensibilidad de la masa a un tiempo de reposo (90 min). Estos resultados podrían deberse a la incapacidad de las harinas sin gluten de formar una fase continua y estructura de masa cuando son mezcladas con el agua (Pedrosa y El-Dash, 2006), es debido a la falta de propiedades viscoelásticas que solo poseen las proteínas formadoras de gluten presentes en el trigo (Ma, *et al.*, 2019). Esto ilustra a que a mayor contenido de proteínas del trigo (gliadina y glutenina) que conforman el gluten de la masa tendrá mayor extensibilidad (Pineda, 2013).

Wieser (2007), menciona que la gliadina contribuye principalmente a la viscosidad y extensibilidad de la masa, mientras que la glutenina es responsable de la elasticidad de la masa. Tras la hidratación, las gliadinas se comportan como un líquido viscoso que confiere

extensibilidad a la masa. Si la masa es demasiado viscosa y fluye demasiado durante el laminado, la masa no mantiene la forma final (Singh y Khatkar, 2005; Song y Zheng, 2008). Estos resultados podrían deberse también al contenido de almidón dañado, debido a que este puede influir en las características reológicas de la masa volviéndola menos extensible (Lascano, 2010). De la misma forma, Mínguez (2012), afirma que cuando la masa tiene una mayor absorción de agua se reduce la extensibilidad.

Nuestros resultados concuerdan con lo obtenido por Aguirre *et al.* (2021), quienes observaron una disminución en la extensibilidad de la masa cuando aumentaron las sustituciones harina de cañihua, quinua y semillas de chía, obteniendo así de 100% de harina de trigo una extensibilidad de 69.03 mm, mientras que a un 19.5% de sustitución (HC:12.5%, HQ: 5% y SC: 2%) 63 mm y finalmente a un 28.5% de sustitución (HC:10%, HQ: 10% y semilla de chia: 3.5%) obtuvieron 55.13 mm. Por su parte, Castillo y Paucar (2021), observaron un incremento más marcado en la extensibilidad de la masa cuando aumentaron el porcentaje de harina de trigo, obteniendo así a un 20% de sustitución por harina de cañihua y quinua germinada (HC: 10% y HQ: 10%) una extensibilidad de 71 mm mientras que a un 10% de sustitución de harina de trigo (HC: 5% y HQ: 5%) observaron un incremento de la extensibilidad de la masa 86 mm.

Así también Llempen (2020), reportó una disminución de la extensibilidad cuando aumentó la adición de la harina de chía (HC) y harina de quinua (HQ) obteniendo así a un 10% de sustitución (HC: 4.91% y HQ: 5.08%) 110 mm de extensibilidad mientras que a un 29.99% de adición (HC: 14.99% y HQ: 15%) obtuvo 46 mm. En cuanto a los resultados a los tiempos de reposo de 30, 60 y 90 min observó que conforme aumenta el tiempo de reposo disminuye la extensibilidad tal como se obtuvo en este trabajo de tesis. Este resultado podría deberse a que un tiempo de reposo prolongado en la masa origina una pérdida de humedad y por ende incrementa la dureza de la masa (Bernal, 2016).

En la Tabla 31, se visualiza que los valores resultantes de la extensibilidad de la masa oscilaron de (54 – 98 mm) a un tiempo de reposo de 30 min, para 60 min (53 – 95 mm) y finalmente a un tiempo de 90 min (42 – 90 mm), se logró evidenciar que a un tiempo de 30 y 60 min el T5 (HC: 6.89% y HQ: 17.50%) obtuvo la mayor extensibilidad con (98 mm) y (95 mm) respectivamente en comparación a los demás tratamientos sin embargo a un tiempo de 90 min el T1 con una sustitución del 20% (HC: 10% y HQ: 10%) presentó la mayor extensibilidad con (92 mm).

Por otro lado para Nitzke y Silveira (2005), tomado de Llemphen (2020), afirman que la extensibilidad de una harina débil oscila entre 50 – 180 mm mientras que una harina fuerte tiene 130 – 160 mm, por consiguiente, todos los tratamientos estudiados tienen la característica de una harina débil respecto a la extensibilidad. Por su parte Kent (1971), menciona que la estructura de las galletas proviene de la harina, donde la calidad varía de acuerdo al tipo de galleta a elaborar, usando harinas blandas para el caso de las galletas dulces y harinas fuertes en las galletas con esponja.

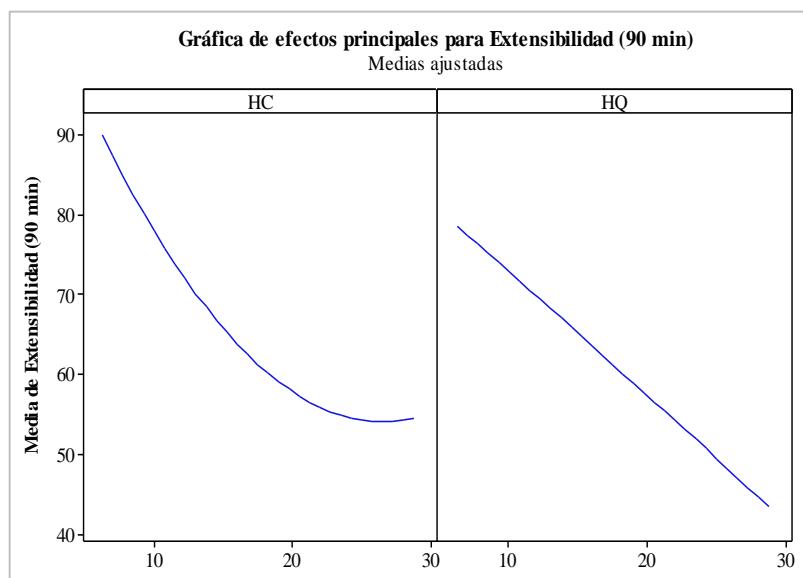


Figura 39: Gráfico de efectos principales de la variable extensibilidad (mm) a 90 min.

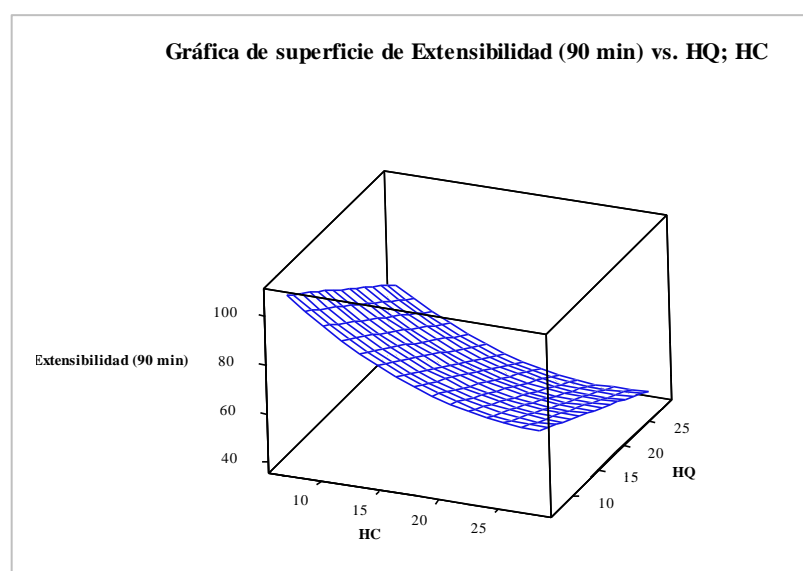


Figura 40: Gráfico de superficie de respuesta de la variable extensibilidad (mm) a 90 min.

- **Selección del mejor tratamiento de las mezclas de harina de cañihua y quinua**

Para determinar el mejor tratamiento se realizó mediante el Diseño Central Compuesto (DCC). Donde para las variables de respuesta: estabilidad, consistencia y resistencia a la extensión lo que se buscó es maximizar la respuesta, mientras tanto para las variables absorción de agua y consistencia de la masa, se buscó minimizar.

En la Tabla 32, se aprecia que el nivel óptimo de la harina de quinua es 6.89340 y harina de cañihua 22.9649 coincidiendo con el tratamiento T2 que tiene 25% harina de cañihua y 10% de harina de quinua con respecto a las variables de respuesta (Resistencia a la extensión, absorción de agua, estabilidad, consistencia de la masa y extensibilidad).

Tabla 32: Resultado de la optimización del mejor tratamiento T2 (HC: 25% +HQ:10%) respecto a la harina testigo en función al comportamiento reológico de la masa

Parámetros:

Respuesta	Meta	Inferior	Objetivo	Superior	Ponderación	Importancia
Estabilidad (mm:ss)	Máximo	1.55	7.4		1	1
Absorción de agua	Mínimo		54.8	63.2	1	1
Consistencia de la masa (FE)	Mínimo		553.0	655.0	1	1
Extensibilidad (30 min)	Máximo	54.00	138		1	1
Resistencia a la extensión (30 min)	Máximo	47.00	247		1	1

Solución:

Solución	HC	HQ	RE (BU)	AA (%)	S (mm:ss)	C (FE)	E (mm)	Deseabilidad compuesta
1	22.9640	6.89340	166.093	56.3281	3.75813	552.582	76.7265	0.811316

Nota: HC: Harina de cañihua; HQ: Harina de quinua; RE: Resistencia a la extensión; AA: Absorción de agua; S: Estabilidad; C: Consistencia; E: Extensibilidad

Predicción de respuesta múltiple

Variable	Valor de configuración
HC	22.9640
HQ	6.89340

4.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, FÍSICOQUÍMICAS Y RENDIMIENTO DE LAS GALLETAS

En la Tabla 33, se presenta las propiedades fisicoquímicas de las galletas producidas con la formulación óptima de la mezcla de (harina de cañihua: 25% + quinua al 10%) con proporción de aceite (AC) y crema de castaña (CC), en el que se evidencia que el mayor porcentaje de proteínas en las galletas según nuestros resultados analizados fue el tratamiento T8 (11.38%) y el menor porcentaje de proteínas lo presentó la galleta testigo (GT) con (4.81%). Destacándose como el mejor tratamiento el T8 con reemplazo de aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC) al 92.68% de (AC: 37.50% y CC: 55.18%) respectivamente, seguido el tratamiento T6 y T13. Estos resultados se encuentran dentro del rango establecido por la NTC (2007), quien menciona que las galletas sin relleno deben de tener un porcentaje mínimo de proteínas del 3% lo cual es aceptable.

Según la Resolución Ministerial 1020 MINSA (2010), menciona que los requisitos fisicoquímicos de las galletas no deben ser mayor al 12% de humedad, 3% de ceniza, 0.10% de acidez, por tanto, los trece tratamientos están dentro de la norma. En cuanto al índice de peróxido la NTP (2016), indica que las galletas deben de tener como máximo 5 Meq/kg de índice de peróxido. Los trece tratamientos y la galleta testigo cumplen con el límite permitido de la norma. Por lo tanto, todas las galletas producidas en este estudio pueden tener mayor tiempo de vida útil debido a los bajos valores de peróxido.

Tabla 33: *Parámetros fisicoquímicos de las galletas con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña*

Nº TRAT.	HUMEDAD (%)	CENIZAS (%)	PROTEÍNA (%)	ÍNDICE DE PERÓXIDO (Meq/kg)	ACIDEZ (%)
T1	2.6±0.01	1.35±0.0001	7.44±0.01	1.60±0.02	0.0570±0.003
T2	2.0±0.01	1.92±0.0002	7.88±0.01	1.70±0.15	0.0996±0.001
T3	1.4±0.01	1.16±0.0002	6.78±0.02	1.16±0.021	0.0708±0.002
T4	3.2±0.09	2.76±0.0002	7.66±0.01	1.16±0.015	0.0186±0.001
T5	2.0±0.01	2.39±0.0002	8.53±0.01	1.27±0.020	0.0420±0.010
T6	2.8±0.01	2.92±0.0002	10.94±0.01	1.56±0.021	0.0426±0.006
T7	2.8±0.01	2.76±0.0002	8.97±0.01	1.20±0.015	0.0384±0.001
T8	3.0±0.01	2.85±0.0001	11.38±0.01	1.32±0.015	0.0588±0.008

<<continuación>>

T9	2.4±0.01	1.20±0.0002	9.19±0.01	1.44±0.010	0.0576±0.004
T10	2.4±0.01	1.63±0.0002	7.66±0.02	1.14±0.006	0.0270±0.007
T11	2.2±0.01	1.51±0.0004	7.00±0.01	1.07±0.006	0.0180±0.001
T12	2.8±0.01	2.37±0.0003	7.88±0.01	1.02±0.015	0.0198±0.003
T13	3.0±0.10	2.40±0.0001	11.16±0.01	1.11±0.017	0.0192±0.001
GT	1.4±0.01	1.92±0.0003	4.81±0.01	2.63±0.026	0.0390±0.002

Nota: GT: Galleta testigo

A la galleta más aceptable (T7) se evaluó el porcentaje de grasa y carbohidratos, el cual fue necesario para realizar el balance de energía. Presentando valores de 18% de grasa y carbohidratos 66.7%.

En Anexo 62, se visualiza la prueba ANOVA respecto al porcentaje de humedad de las galletas, donde se aprecia que resultó significativo el factor AC y la interacción de los factores AC*CC por lo tanto la interacción de los factores AC*CC influyen significativamente sobre la humedad y el factor AC influye independientemente sobre el porcentaje de humedad. El valor del R-cuadrado indica que el modelo posee una variabilidad del 77.74% en el porcentaje de humedad con una desviación estándar de 0.313.

En la Figura 41, se puede apreciar el diagrama de Pareto para la humedad (%), en donde hay dos efectos significativos que es la variable AC y la relación CC*CC. Donde la interacción de los factores AC*CC tiene mayor influencia en el porcentaje de humedad de las galletas seguido del factor AC.

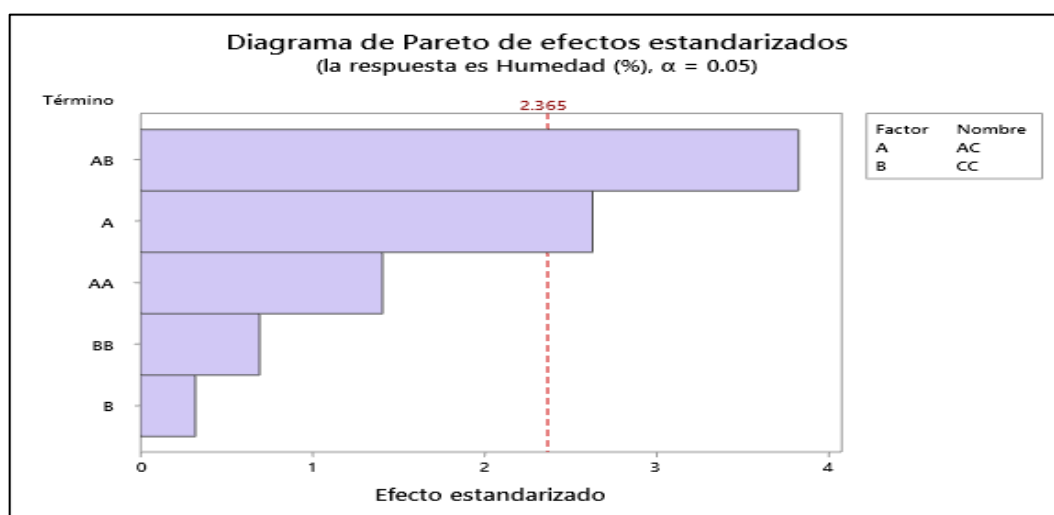


Figura 41: Diagrama de Pareto estandarizado para la humedad (%) de la galleta.

En los gráficos de la Figura 42 y 43, se puede apreciar la influencia de los porcentajes de sustitución del aceite y crema de castaña en la humedad (%) de las galletas, en la cual se muestra que; a menores porcentajes de sustitución de aceite de castaña menor humedad tienen las galletas conforme se aumenta el aceite de castaña aumenta el porcentaje de humedad este resultado podría deberse al menor tiempo empleado en la cocción de las galletas.

Bolarinwa *et al.* (2019), mencionan que cuanto mayor sea el tiempo de horneado utilizado, menor será el contenido de humedad de las galletas. Se debe a que el calor transmitido a través del horno o similar evapora el agua de la masa de las galletas. Una observación similar fue reportada por Rangrej *et al.* (2014), quienes notaron que el contenido de humedad de las galletas aumentó de 2.88% a 2.92% tras el aumento del contenido de aceite de linaza de 25% a 75% de sustitución de manteca vegetal.

Para el caso de la crema de castaña, esta es inversamente proporcional al porcentaje de humedad hasta llegar a 25% de sustitución conforme se incrementa la sustitución de la crema de castaña a 55.18% la humedad aumenta (3%). Con respecto al mayor valor de la humedad a un 55.18% de sustitución con crema de castaña, puede explicarse por el mayor contenido de proteína en el tratamiento T8 que obtuvo 11.38% (Anexo 104), el cual podría aumentar la humedad en las galletas. Así mismo, Aini *et al.* (2022), encontraron que el aumento en el contenido de humedad de las galletas se debió a un incremento en la cantidad de proteína debido a que el proceso de tostado da como resultado la desnaturalización de las proteínas, donde las grandes moléculas de proteínas expuestas al calor formarán una red compacta en forma de matriz la matriz hace que el agua quede atrapada en estas moléculas de proteínas y no pueda escapar (Chauhan *et al.*, 2015).

El contenido de fibra de la castaña es 8.2g/100 g (Souza y Menezes, 2004), el cual podría aumentar el contenido de humedad en las galletas, ya que la fibra tiene una fuerte afinidad por el agua (Sadaf *et al.*, 2013). Así también Rosell *et al.* (2001), mencionan que las masas con fibra incorporada son conocidas por su capacidad para absorber cantidades significativas de agua debido a la presencia de una gran cantidad de grupos hidroxilo que admiten más interrelaciones con el agua por medio de enlaces de hidrógeno que juega un papel importante en una mayor absorción de agua.

Una observación similar fue reportada por Hussein *et al.* (2021), quienes reportaron un incremento en la humedad de las galletas conforme aumentó el nivel de sustitución de pasta de aguacate, en los cuales (50% pasta de aguacate y 50% margarina) tuvo el valor más alto de humedad 14.60% y la galleta con 100% de margarina tuvo el valor más bajo 11.13%. De igual manera Othman *et al.* (2018), en la elaboración de muffins, el contenido de humedad aumentó significativamente de 3,61% a 5.53 % tras el aumento del contenido de puré de aguacate de 25% a 100% de sustitución, en cambio la muestra con mantequilla tuvo 3.61%.

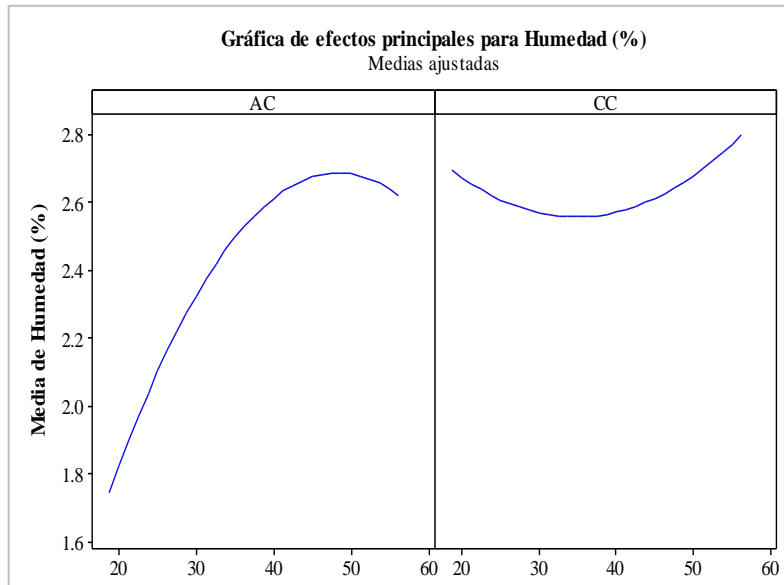


Figura 42: Gráfico de efectos principales de la variable humedad (%) de las galletas.

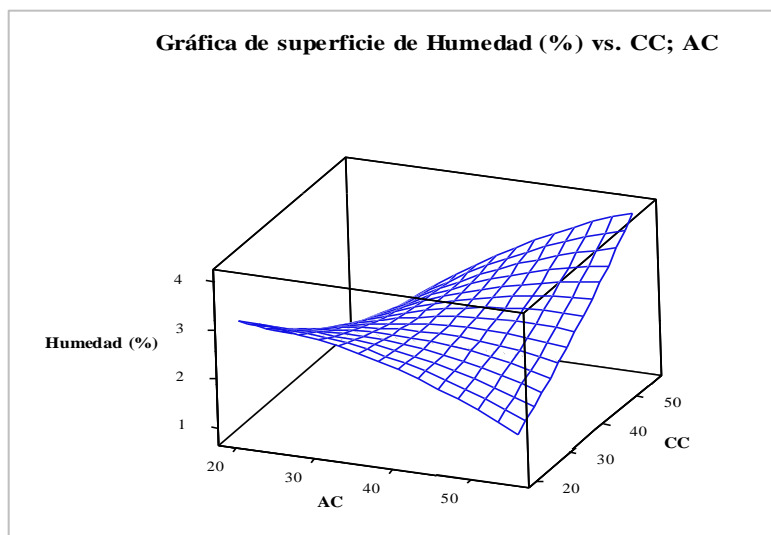


Figura 43: Gráfico de efectos principales y superficie de respuesta de la variable humedad (%) de las galletas.

En Anexo 63, se muestra los valores resultantes de la prueba ANOVA para la variable porcentaje de cenizas de las “galletas” en función a los diferentes porcentajes de sustitución de aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC). Según los resultados obtenidos se puede apreciar que el (efecto lineal, la combinación cuadrática y la interacción de AC y CC) presentan un p-valor mayor al (0.05), lo que señala que no hay un efecto estadísticamente significativo a un intervalo de confianza del (95%). El valor R-cuadrado señala que el modelo tiene una variabilidad del 39.09% con una desviación estándar de 0.674354.

En la Figura 44, se muestra el DPEE “Diagrama de Pareto de Efectos Estandarizados” de los factores independientes los cuales son A: Aceite de castaña (AC) y B: Crema de castaña (CC), donde se puede evidenciar que los factores (A, BB, AB, AA y B) tienen un efecto no significativo en cuanto al parámetro porcentaje de cenizas de las galletas, ya que presentan un p valor > a 0.05.

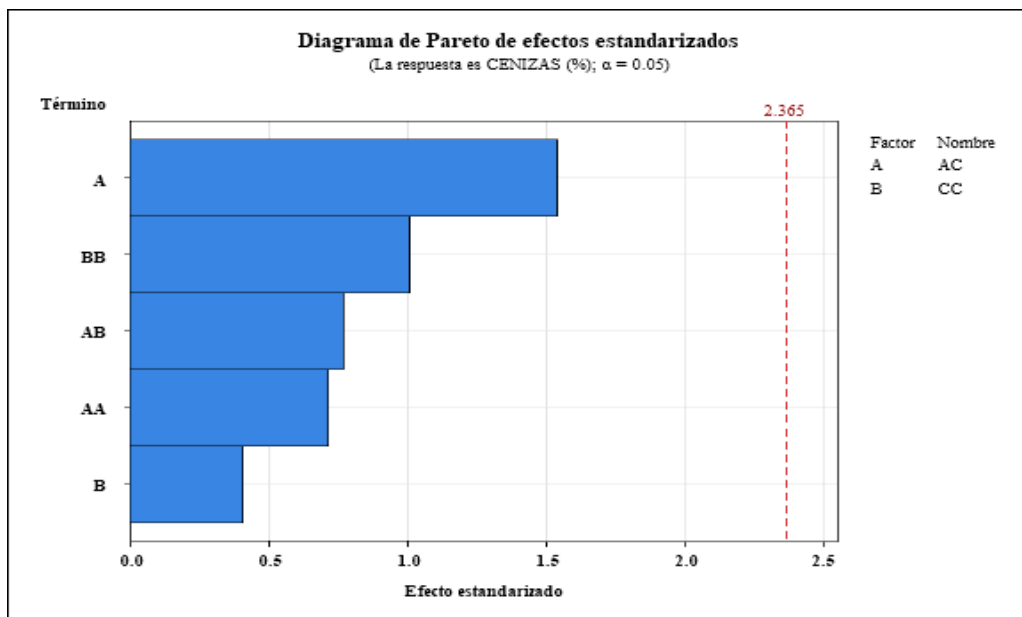


Figura 44: Diagrama de Pareto estandarizado para la ceniza (%) de las galletas.

En la Figura 45 y 46, se puede apreciar la correlación entre el aceite de castaña y crema de castaña con respecto a la variable de respuesta ceniza de las galletas a través del gráfico de (efectos principales y superficie de respuesta). Que conforme se acrecienta el nivel de reemplazo de aceite de castaña (AC) la ceniza aumenta. Sin embargo, el porcentaje de ceniza decrece a una sustitución de crema de castaña hasta llegar a una proporción de 37.50%. En cuanto al incrementar el nivel de sustitución de crema de castaña desde 37.50% - 55.18% aumenta el porcentaje de cenizas en las galletas.

La galleta sustituida con margarina por aceite de castaña y crema de castaña al 92.68% de (AC: 55.18% y CC: 37.50%) presentó mayor porcentaje de cenizas. Estos resultados son respaldados por Morones (2012), quien obtuvo valores similares de cenizas desde un rango de 1.75% - 2.10%, donde la formulación (F4) sustituida con H_{Lenteja}: 40% y 50 g de aceite de linaza presentó mayor porcentaje de cenizas, por otra parte, la formulación F1 con 0% de harina de lenteja y 0% de aceite de linaza presentó menor porcentaje de cenizas. Por otro lado, Bravo (2019), obtuvo resultados inferiores de cenizas totales desde 0.5%-1.6, en el cual la galleta con reemplazo de margarina por aceite y crema de ajonjolí al 100% presentó mayor contenido de cenizas. Analizando estos resultados se puede deducir que a mayor sustituto de margarina por aceite de castaña mayor es el porcentaje cenizas de las galletas.

La sustitución de aceite y crema de castaña no influyen en el porcentaje de cenizas de las galletas. Sin embargo, el porcentaje de cenizas de las galletas podría haberse influenciado por la harina de cañihua. Según Apaza (2010), menciona que la harina de cañihua presenta valores de cenizas de 3.04% - 4.09%.

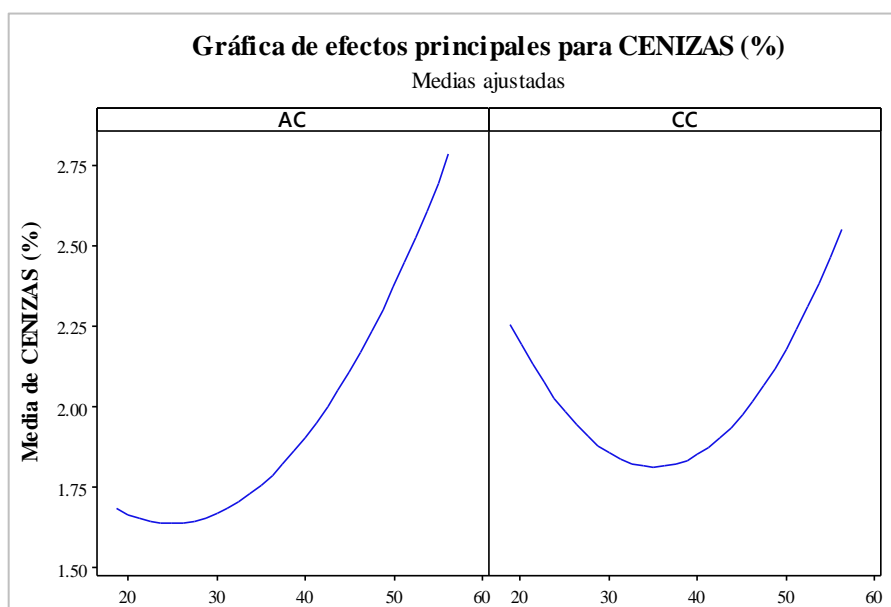


Figura 45: Gráfico de efectos principales de la variable ceniza (%) de las galletas.

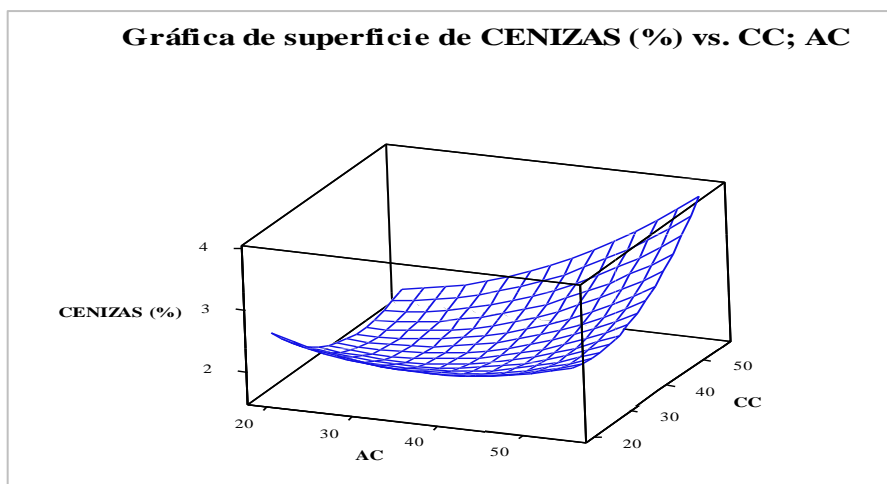


Figura 46: Gráfico de superficie de respuesta de la variable ceniza (%) de las galletas.

En Anexo 64, se estima los resultados de la prueba ANOVA para la variable proteína en función a los diferentes porcentajes de sustitución de aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC), donde el (efecto lineal, la combinación cuadrática y la interacción AC*CC) presentaron un p-valor > 0.05 , lo que señala que no hay una diferencia significativa entre ambos factores a un intervalo de confianza del (95%). El valor R-cuadrado señala que el modelo tiene una variabilidad del 12.83% con una desviación estándar de 1.94038

En la Figura 47, se muestra el “Diagrama de pareto estandarizado” (DPEE) de los factores independientes (A: Aceite de castaña (AC) y B: Crema de castaña (CC)), donde se puede evidenciar que los factores (A, B, BB, AB y A) tienen un efecto no significativo en cuanto al parámetro porcentaje de proteínas de las galletas, ya que presentan un p valor $> a (0.05)$.

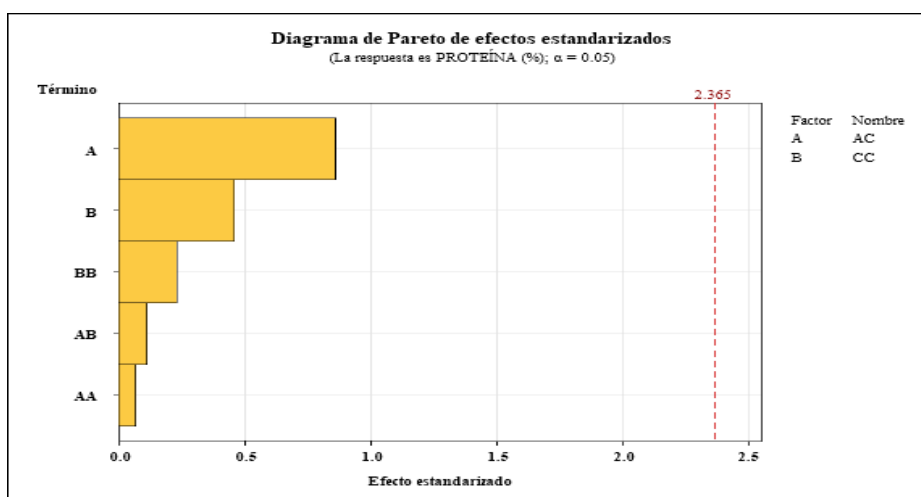


Figura 47: Diagrama de Pareto estandarizado para la proteína (%) de las galletas.

En la Figura 48 y 49, se evidencia la correlación entre el aceite de castaña y crema de castaña con respecto a la cantidad de proteínas de las galletas a través del gráfico de (EP: Efectos principales) y (SR: Superficie de respuesta) se logra estimar que conforme se acrecienta el nivel de reemplazo de aceite de castaña (AC) la proteína aumenta, en cuanto al incrementar el nivel de sustitución de crema de castaña (CC) desde una proporción de 19.82% - 25% decrece el porcentaje de proteínas no obstante a una porción de 25% - 55.18% es inversamente proporcional.

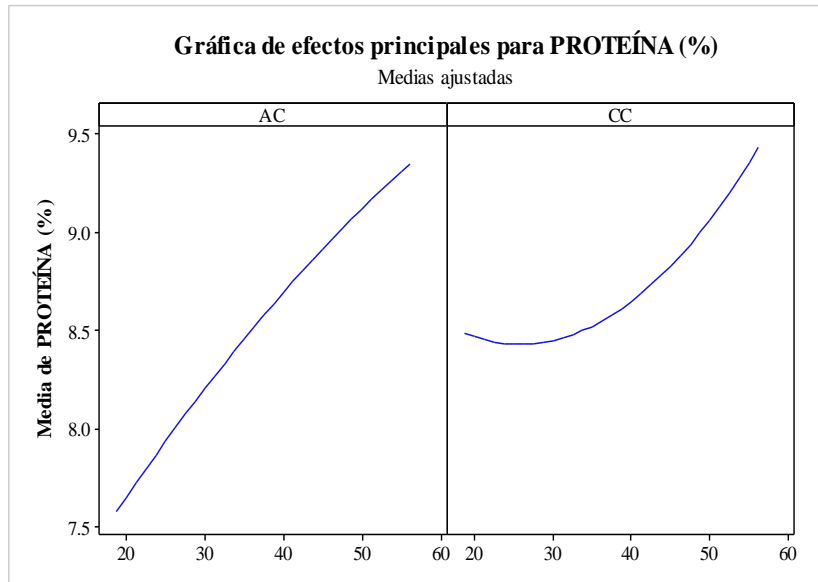


Figura 48: Gráfico de efectos principales de la variable proteína (%) de las galletas.

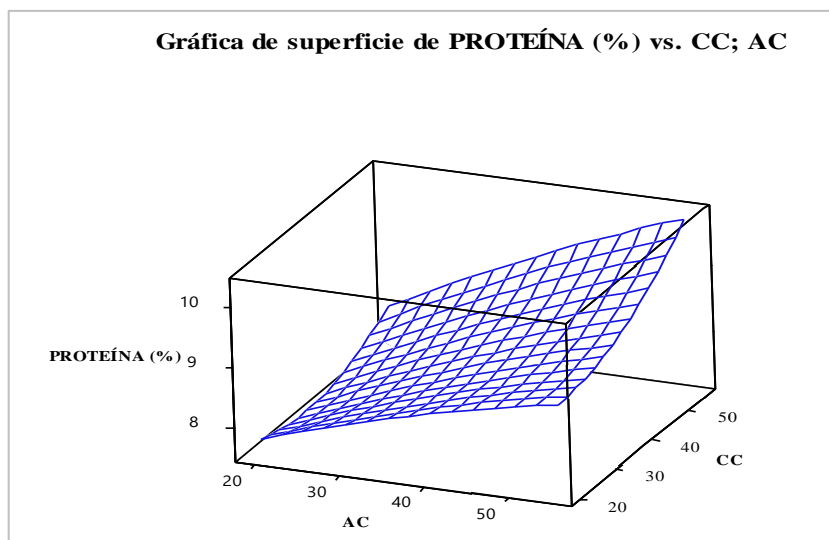


Figura 49: Gráfico de superficie de respuesta de la variable proteína (%) de las galletas.

Las galletas elaboradas con el tratamiento óptimo de la mezcla de harina de trigo por harina de cañihua y quinua (HC: 25% y HQ: 10%), donde el mayor porcentaje del contenido de proteínas lo obtuvo el tratamiento T8 (11.38%) con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña de (AC: 37.50% y CC: 55.18). Este resultado es respaldado por Coila (2019), quien presentó resultados de proteína de 11.42% a un nivel reemplazo de harina de trigo por harina de quinua, kiwicha y cañihua (HC: 2.5%, HQ: 10% y HK: 2.5%). De igual manera estos resultados son similares a lo encontrado por Bazurto (2015), quien reportó mayor porcentaje de proteína el tratamiento a0b0c1 (11,55%) (a0: Harina de Trigo 60% y Haba 40%), (b0: Sacha inchi 50% y mantequilla 50%) y (c1: 5% de proteína de soja).

Mientras que Bravo (2019), elaboró galletas con sustitución de margarina por aceite de ajonjolí y crema de ajonjolí donde el mayor porcentaje de proteína lo presentó la galleta con sustitución de crema de ajonjolí al 75% con 9.803% de proteína este resultado es inferior a lo encontrado en nuestros resultados. Por otra parte, Masih *et al.* (2014), elaboraron galletas con sustitución de aceite de linaza (AC) a diferentes porcentajes de sustitución (AL: 25%, 50%, 75% y 100%) en cual obtuvo valores de proteína de 7.78% - 7.81%, donde el tratamiento T2 al 50% de aceite de linaza presentó mayor contenido de proteína respecto a los demás tratamientos en tanto la galleta patrón (T0: 7.80%) de proteína respectivamente.

El mayor aumento de proteínas en las galletas podría atribuirse a la elevada cantidad de proteínas que posee la castaña. Souza y Menezes (2004), mencionan que la castaña posee un valor de proteínas de 14-29% respectivamente.

En el Anexo 65, se observa la prueba ANOVA respecto al índice de peróxido (Meq/Kg) de las galletas en función a los diferentes porcentajes de sustitución de aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC), donde se aprecia que el valor p es > 0.05 para el modelo lineal, la combinación cuadrática y la interacción de dos factores, por lo tanto, significa que los factores AC y CC no influyen en el contenido de peróxido de las galletas. En cuanto al valor del R-cuadrado señala que el modelo presenta una variabilidad del 49 % en el índice de peróxido con una desviación estándar de 0.205.

En el diagrama de la Figura 50, se puede apreciar la incidencia que tienen los factores (A: aceite de castaña y B: crema de castaña) en el valor de peróxido de los tratamientos (galletas) en orden decreciente, en donde ninguno de los factores atraviesa la línea roja de referencia por lo tanto no existe efectos significativos.

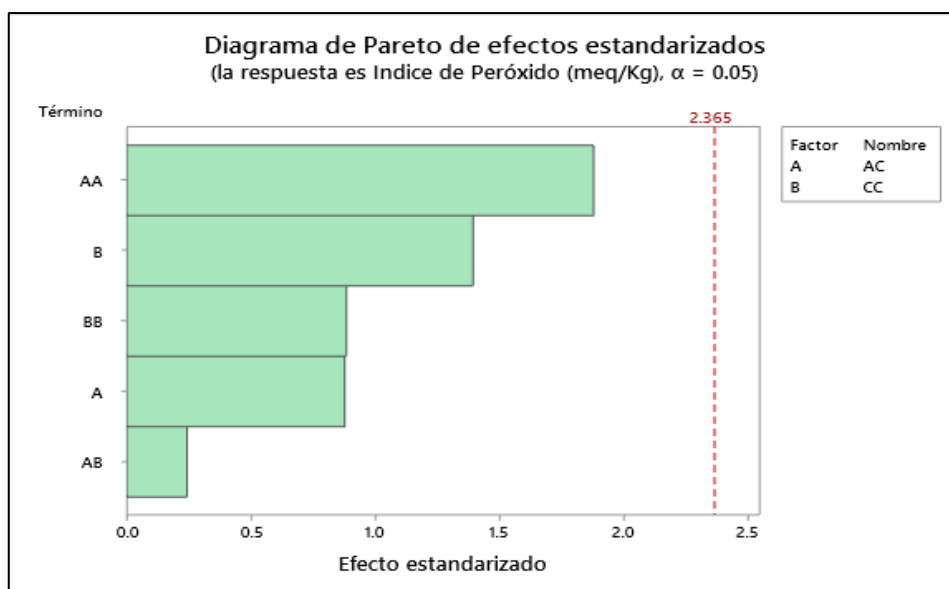


Figura 50: Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de peróxido (Meq/kg) de las galletas.

En la Figura 51 y 52, se muestra la relación entre el porcentaje de sustitución de aceite y crema de castaña respecto al índice de peróxido de las galletas, mediante la gráfica de superficie de respuesta y efecto principales se puede apreciar que; a menores valores de sustitución de aceite de castaña disminuye el valor de peróxido hasta al menos 37.5% de sustitución luego comienza a incrementar el contenido de peróxido en las galletas conforme se va aumentando la sustitución hasta llegar a un 55.18%, estos valores pueden deberse a la mayor cantidad de ácidos grasos insaturados presentes en el aceite de castaña, especialmente por el alto contenido del ácido linoleico (51.1%) (Limachi *et al.*, 2009), que posee dos dobles ligaduras en su estructura química, haciéndolo susceptible a la oxidación (Baydar y Akkurt 2001). El grado de insaturación de una grasa afecta a su estabilidad; así una grasa con un elevado contenido de ácidos grasos saturados será menos sensible a la oxidación y por tanto más estable (Tarancón, 2013).

Otro de los factores que influye en la oxidación de los aceites son las altas temperaturas, las cuales van a acelerar el proceso especialmente por encima de 60°C, de tal manera que la velocidad se duplica por cada 15°C de aumento (Chan, 2015).

En la Tabla 33, se aprecia que la galleta testigo presentó mayor valor de índice de peróxido en comparación con los demás tratamientos, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Sung y Lin (2017), quienes observaron que el valor de peróxido de los extractos de galletas elaborados con aceite de coco fue 1 Meq/Kg el cual fue dramáticamente más bajos

que los de la galleta elaborada con manteca 5 Meq/Kg. Sin embargo, Rangrej *et al.* (2014), observaron que la galleta con 30% de aceite de linaza tuvo mayor índice de peróxido 3,85 (Meq/kg de grasa) mientras que la galleta con 100% de margarina tuvo 3.13 Meq/kg.

Con respecto a la sustitución de la crema de castaña (CC) en la Figura 51 y 52, se observa que conforme se va aumentando la sustitución disminuye el contenido de peróxido en las galletas, esto podría deberse a que los ácidos grasos son más resistentes a la oxidación de lípidos que los ácidos grasos poliinsaturados (Ros y Mataix, 2006).

El ácido oleico es el constituyente dominante de los lípidos monoinsaturados en la castaña y contribuye a su estabilidad oxidativa (Venkatachalam y Sathe, 2006). Sin embargo, Hussein *et al.* (2021), sustituyeron la margarina por pulpa de palta desde un 20% a 50%, donde observaron que el valor de peróxido aumentó significativamente con un aumento en el porcentaje de pulpa de aguacate, los resultados de las muestras de galletas oscilaron entre 3.5 Meq/kg y 5.27 Meq/kg.

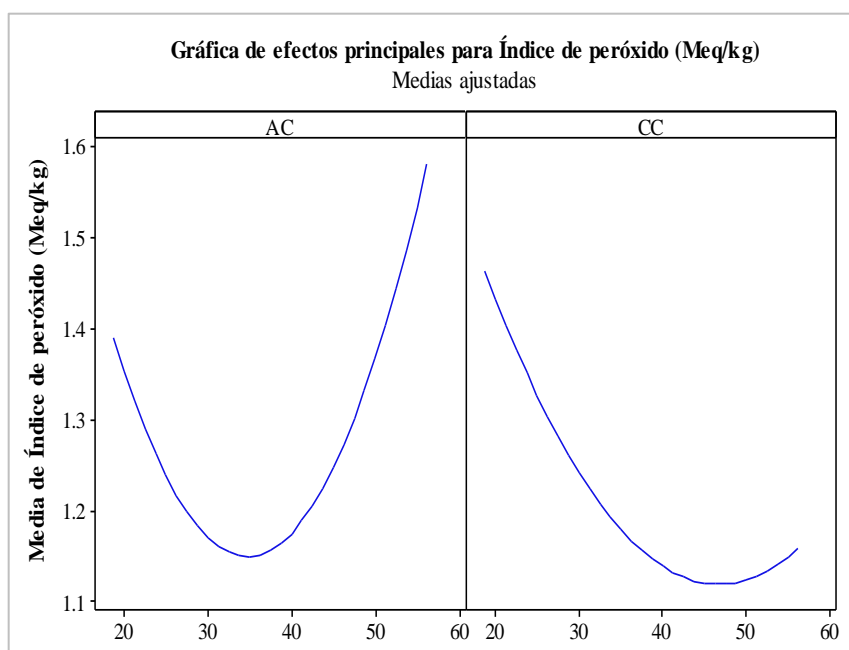


Figura 51: Gráfico de efectos principales de la variable índice de peróxido (Meq/kg) de las galletas.

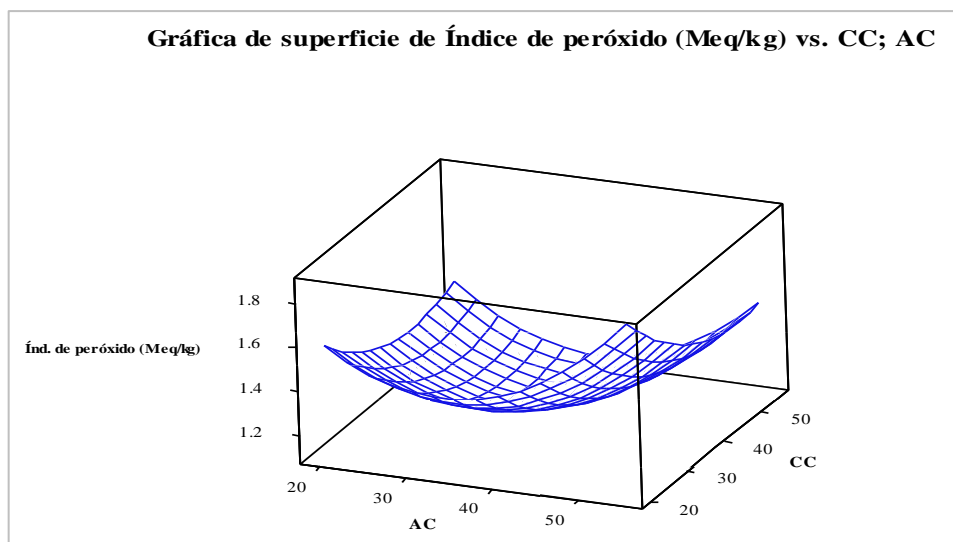


Figura 52: Gráfico de superficie de respuesta de la variable índice de peróxido (Meq/kg) de las galletas.

En el Anexo 66, se muestra los valores resultantes de la prueba ANOVA para la variable acidez de las galletas en función a los diferentes porcentajes de sustitución de aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC). Según los resultados obtenidos se puede apreciar que el (efecto lineal y la combinación cuadrática) presentan un p-valor $>$ al (0.05), lo que demuestra que no hay un efecto estadísticamente significativo a un intervalo de confianza del: (95%), mientras que la relación AC*CC es estadísticamente significativo ya que el p valor es igual a 0.05. El valor R-cuadrado indica que el modelo tiene una variabilidad del 61.23 % con una desviación estándar de 0.02.

En la Figura 53, se muestra el “Diagrama A*B*C” o (DPEE) de los factores independientes las cuales se tiene: (A: Aceite de castaña (AC) y B: Crema de castaña (CC)), donde se puede evidenciar que la línea de referencia cruza en el factor (AB) que está en 2.365. Este factor es estadísticamente significativo ya que presenta un p valor igual a 0.05, mientras tanto los factores (BB, AA, B y A) presentan un efecto no significativo en cuanto a la variable de respuesta acidez de las galletas.

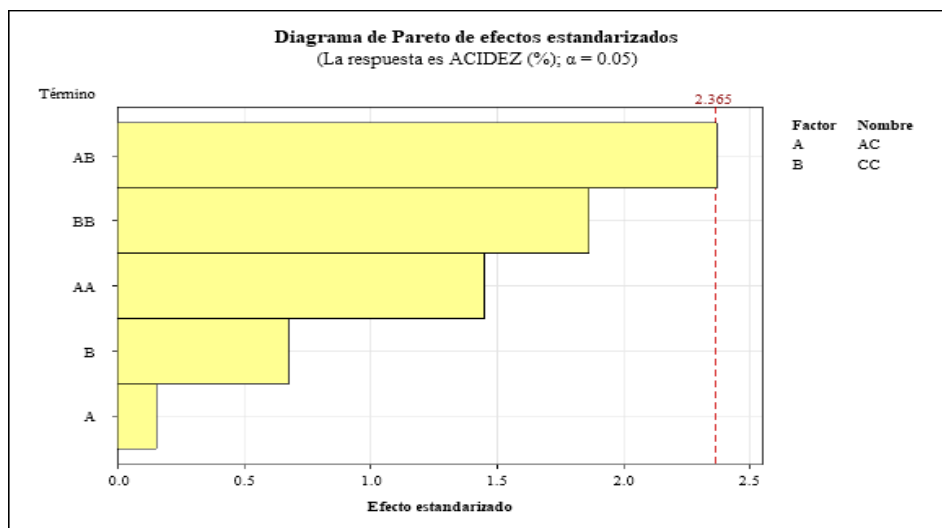


Figura 53: Diagrama de Pareto estandarizado para la acidez (%) de las galletas.

En la Figura 54 y 55, se visualiza la correlación entre el aceite de castaña y crema de castaña con respecto a la variable de respuesta acidez de las galletas por medio del gráfico de (superficie de respuesta) y (efectos principales). Se puede apreciar un comportamiento parabólico en el que se puede evidenciar que la cantidad de acidez (%) disminuye simultáneamente hasta llegar a una proporción 37.5% respectivamente sin embargo la acidez incrementa a una mayor sustitución de aceite de castaña hasta llegar a una proporción de 55.18%. En cuanto a la sustitución de crema de castaña (CC) al tratamiento óptimo se logra evidenciar que acorde se acrecienta el porcentaje de reemplazo de crema de castaña (CC) aumenta la acidez de las galletas hasta llegar a una proporción del 55.18%.

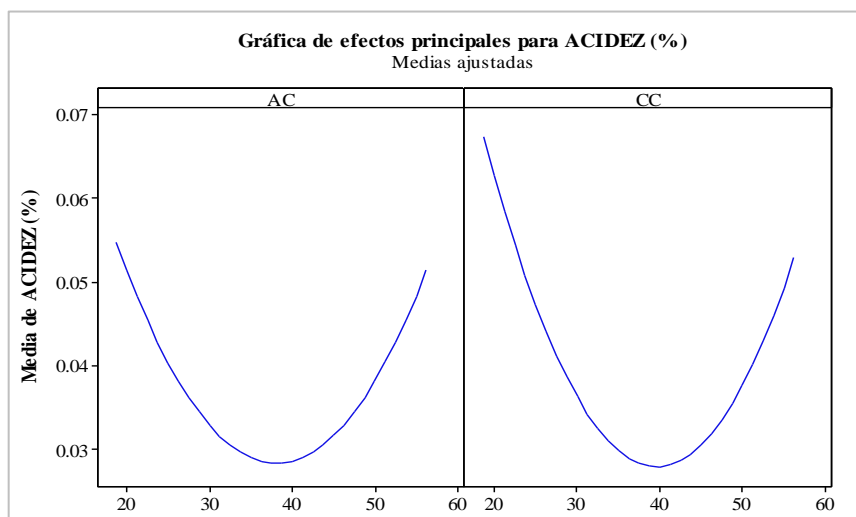


Figura 54: Gráfico de efectos principales de la variable índice de peróxido (Meq/kg) de las galletas.

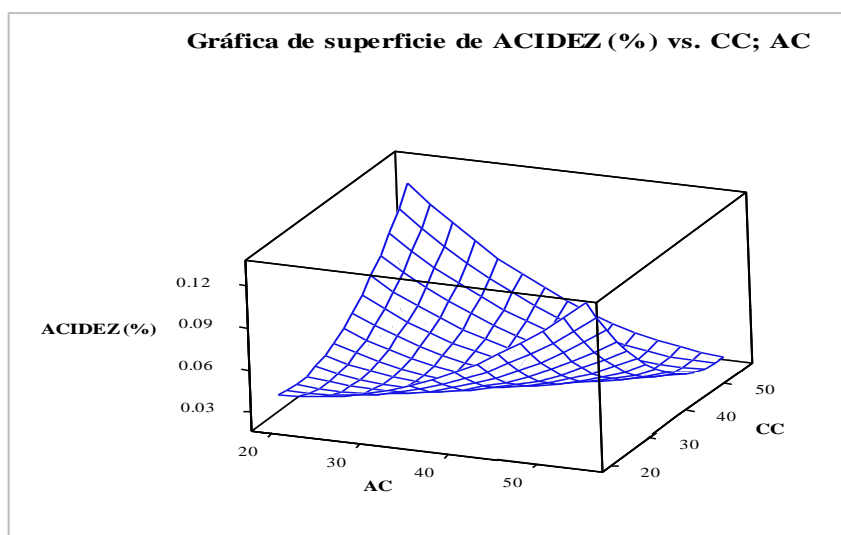


Figura 55: Gráfico de superficie de respuesta de la variable acidez (%) de las galletas.

Según los resultados obtenidos del porcentaje de acidez de los 13 tratamientos y la galleta testigo, se reportó valores de acidez de 0.018 - 0.0996 respectivamente, donde el tratamiento T2 con sustitución de aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC) de (AC: 50% y CC: 25%) presentó mayor porcentaje de acidez mientras que el tratamiento (T11) mostró menor porcentaje de acidez con sustitución de (AC: 37.50% y CC: 37.50%) con un porcentaje de acidez de (0.0996). Estos resultados son similares a lo encontrado por Bravo (2019), quien sustituyó la margarina por aceite de ajonjolí y crema de ajonjolí en la elaboración de galletas, obtuvo valores de acidez desde 0.06 - 0.10, donde la sustitución al 100% de crema de ajonjolí presentó menor acidez. Por otra parte, Aslam *et al.* (2018), reemplazaron las grasas hidrogenadas con aceite de semilla de sésamo blanco (SSO) en la elaboración de galletas en el cual evaluó la acidez en las galletas en el día 0, 30 y 60 donde obtuvo valores de 0.142, 0.188 y 0.192 respectivamente. Por lo que se puede deducir que a mayor nivel de reemplazo de margarina por aceite de castaña mayor es el porcentaje de acidez de las galletas.

El contenido de acidez en las galletas podría deberse a que el aceite de castaña empleado para la elaboración de galletas presentó una acidez de 0.03% es por ello que influye significativamente en el producto final. El porcentaje de acidez de las “galletas” elaboradas con diferentes niveles de sustituto de margarina por aceite y crema de castaña se encuentran dentro del rango establecido según la R.M. 1020 MINSA (2010), lo cual indica que las galletas deben de tener un límite máximo permisible de acidez (0.10%).

En la Tabla 34, respecto a las características físicas se aprecia que el T4 (50% aceite de castaña + 50% crema de castaña) presentó el mayor peso y espesor con 13.46 g y 8.98 mm respectivamente, la galleta que tiende a ser más redonda fue el T5 (19.82% aceite de castaña + 37.5% crema de castaña) con un coeficiente de excentricidad de 0.024 en cuanto al coeficiente de dilatación el T4 fue la galleta con mayor reducción en su tamaño con -0.6729 y en cuanto al volumen el T8 (37.5% aceite de castaña + 55.18 crema de castaña) obtuvo el mayor volumen con 1.8739 en comparación con la galleta testigo que presentó un peso de 11.19 g, espesor 8.04 mm, coeficiente de excentricidad 0.023, coeficiente de dilatación -0.6466 y un volumen de 1.6068.

Tabla 34: Resultados de las características físicas de las galletas con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña.

N° TRAT.	Peso (g)	Espesor (mm)	Coeficiente de Excentricidad	Coeficiente de dilatación	Volumen (cm ³)
T1	10.43±0.046	6.99±0.191	0.031±0.002	-0.6005±0.0002	1.5792±0.0002
T2	11.26±0.523	5.52±0.174	0.035±0.001	-0.5756±0.001	1.3248±0.0003
T3	9.77±0.131	5.71±0.047	0.033±0.001	-0.5711±0.001	1.3858±0.0003
T4	13.46±0.176	8.98±0.136	0.048±0.002	-0.6729±0.0002	1.6615±0.0002
T5	10.52±0.320	7.00±0.303	0.024±0.003	-0.5880±0.0002	1.6316±0.0003
T6	12.29±0.485	6.89±0.205	0.048±0.003	-0.6048±0.0002	1.5398±0.0002
T7	13.21±0.186	6.55±0.287	0.027±0.001	-0.5545±0.0002	1.6508±0.0002
T8	12.07±0.303	7.58±0.583	0.054±0.002	-0.5628±0.0001	1.8739±0.0001
T9	11.61±0.056	6.88±0.360	0.038±0.003	-0.5586±0.0002	1.7166±0.0004
T10	10.29±0.306	6.71±0.273	0.040±0.001	-0.5902±0.0001	1.554±0.0002
T11	10.91±0.292	6.70±0.526	0.039±0.002	-0.5800±0.00006	1.5906±0.0002
T12	10.59±0.176	6.70±0.085	0.040±0.002	-0.5838±0.0002	1.5762±0.0003
T13	10.98±0.347	8.24±0.306	0.037±0.001	-0.5974±0.0001	1.875±0.0002
GT	11.19±0.261	8.04±0.706	0.023±0.002	-0.6466±0.0003	1.6068±0.0002

Nota: GT: Galleta testigo

En el Anexo 67, se puede visualizar la prueba ANOVA respecto al peso (g) de las galletas, en donde la relación C*C y el factor AC obtuvieron p-valor < 0.05, Por lo tanto, influyen en el peso de las galletas. En cuanto al R-cuadrado señala que el modelo presenta una variabilidad del 74.27% en el peso de las galletas con una desviación estándar de 0.753.

En el diagrama de la Figura 56, se puede visualizar la incidencia que tienen los factores (A: aceite de castaña (AC) y B: crema de castaña (CC)) en el peso de los tratamientos (galletas) en orden decreciente, en la cual hay dos efectos significativos, que el factor AC y relación CC*CC. Donde el factor AC tiene mayor efecto en el peso de las galletas seguido de la relación CC.

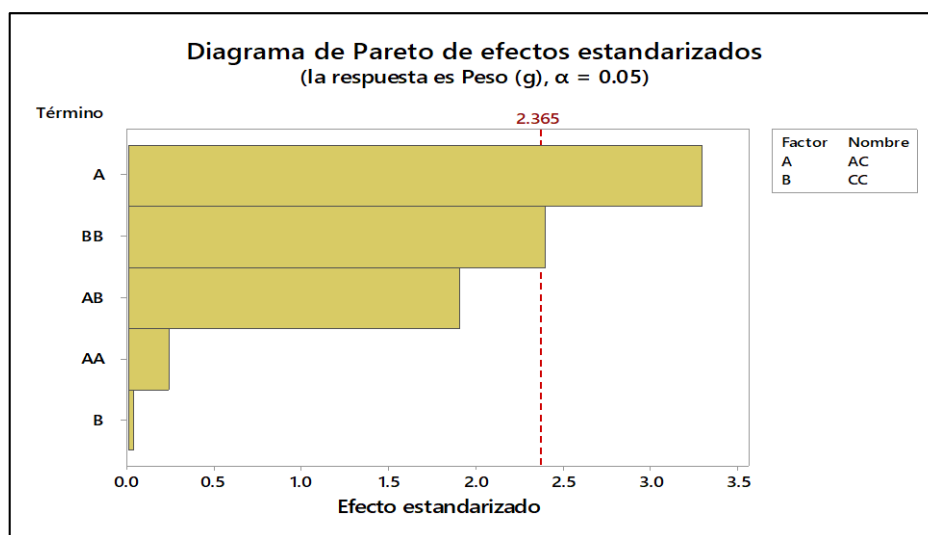


Figura 56: Diagrama de Pareto estandarizado para el peso (g) de las galletas.

En los gráficos de la Figura 57 y 58, se aprecia la influencia de los porcentajes de sustitución del aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC) respecto al peso (g) de las galletas, donde se evidencia que; a menores valores de sustitución de aceite de castaña (19.82%) menor es el peso a medida que se va aumentando la sustitución también aumenta el valor del peso. Por otro lado, se observa que el porcentaje de sustitución de crema de castaña no tiene una relevancia en el peso de las galletas. Resultados similares fueron reportados por Rangrej *et al.* (2014), quienes observaron un aumento significativo en el peso de las galletas, donde la galleta con un reemplazo de 50% de manteca vegetal por aceite de linaza tuvo 17,96 g el cual fue más alto que la galleta con 5% de aceite de linaza 15,66 g. mientras que la galleta control obtuvo 15.50 g.

Estos resultados se pueden atribuir a la densidad de la masa, que depende del tipo de grasa utilizada. En la mayoría de los casos el procesamiento de margarina está dirigido a lograr una modificación del b'-cristal, lo que garantiza que la grasa pueda incorporarse y retener aire (Hamm y Hamilton, 2004). Por el contrario, cuando la masa tiene poca aireación es más densa dando como resultado un mayor peso. El contenido sólido de la grasa al mezclar afecta

la densidad de la masa, la masa con menor contenido de grasa sólida tiene mayor densidad (Baltsavias *et al.*, 1997).

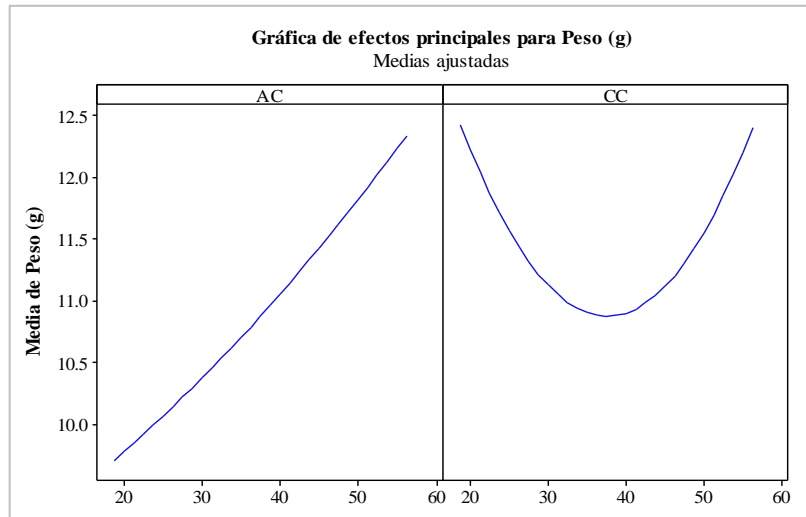


Figura 57: Gráfico de efectos principales de la variable peso (g) de las galletas.

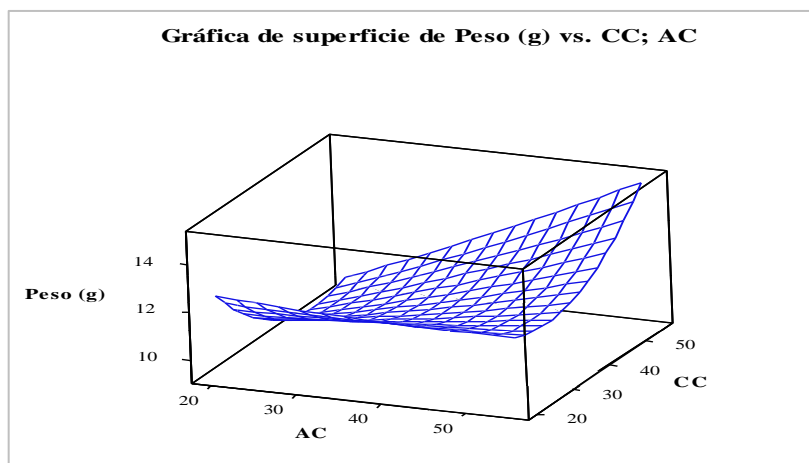


Figura 58: Gráfico de superficie de respuesta de la variable peso (g) de las galletas.

En el Anexo 68, se visualiza la prueba ANOVA respecto al espesor (mm) de las galletas, donde se aprecia que la interacción de los factores AC*CC tiene el valor p inferior a 0.05, por lo tanto, influye significativamente en los resultados del espesor de las galletas. El valor del R-cuadrado señala que el modelo presenta una variabilidad del 75.96% en el espesor con una desviación estándar de 0.589.

En el diagrama de la Figura 59, se visualiza la incidencia que tienen los factores (A: aceite de castaña y B: crema de castaña) en el espesor, en donde hay solo un factor que traspasa la línea roja de referencia por lo tanto nos indica que hay un efecto significativo en el peso de las galletas, el cual es la interacción de los factores AC*CC.

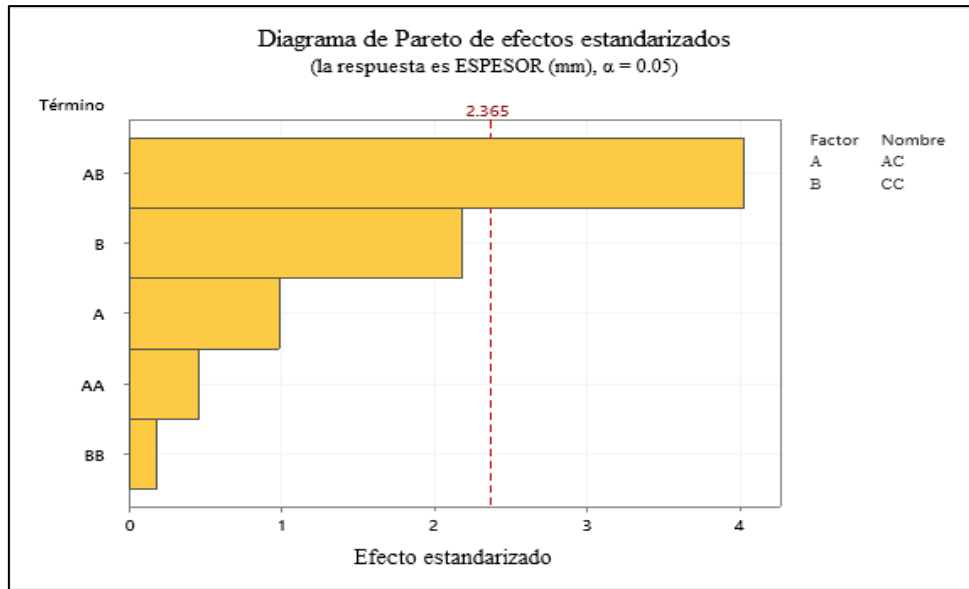


Figura 59: Diagrama de Pareto estandarizado para el espesor (mm) de las galletas.

En los gráficos de la Figura 60 y 61, se aprecia la influencia de los porcentajes de sustitución del aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC) respecto al espesor de las galletas, en la cual se puede evidenciar que conforme incrementa la sustitución del aceite de castaña hasta aproximadamente (50%) aumenta el espesor de las galletas luego tiende a disminuir, para el caso de la crema de castaña también es directamente proporcional con respecto al espesor de las galletas. Resultados similares fueron reportados por Rangrej *et al.* (2014), quienes observaron un incremento en el espesor de las galletas, donde la galleta control con 100% de manteca vegetal presentó (12 mm) y las muestras con 5%, 10%, 20%, 30%, 40% y 50% de aceite de linaza presentaron los siguientes espesores (12.15 mm) (12.28 mm) (12.39 mm) (12.50 mm) (12.53 mm) y (12.60 mm) respectivamente.

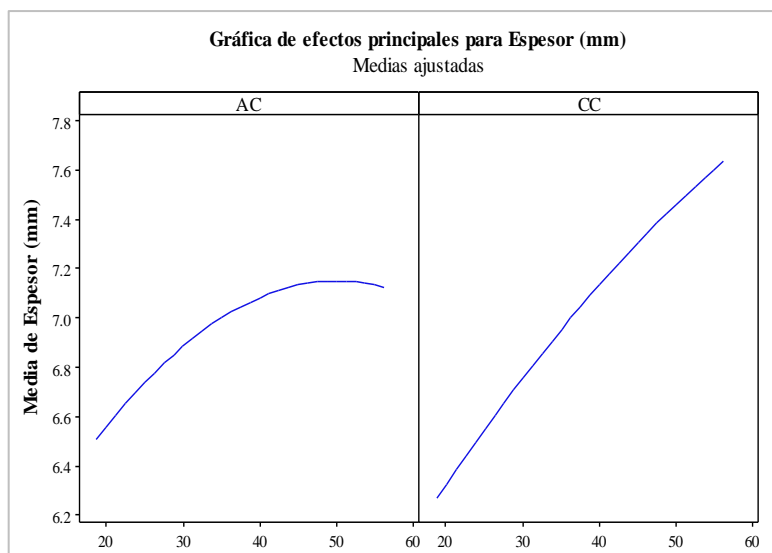


Figura 60: Gráfico de efectos principales de la variable espesor (mm) de las galletas.

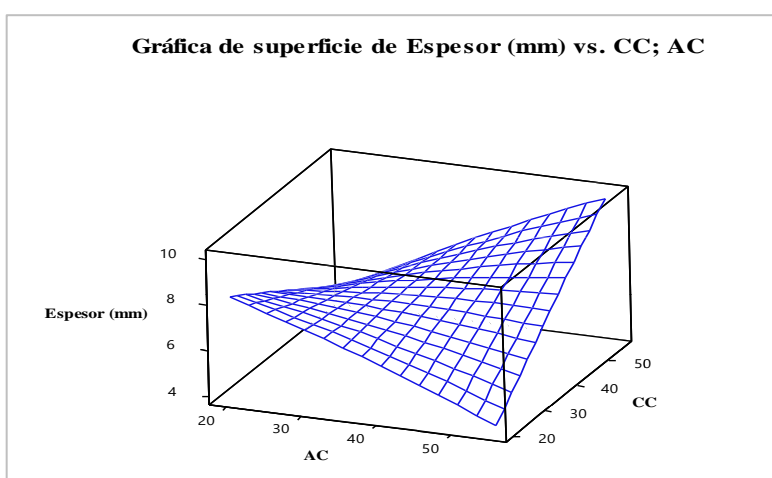


Figura 61: Gráfico de superficie de respuesta de la variable espesor (mm) de las galletas.

En el Anexo 69, se visualiza la prueba ANOVA referente al coeficiente de excentricidad, donde se aprecia que los factores AC y CC tienen valores p inferiores a 0.05 por lo tanto influyen independientemente en el coeficiente de excentricidad de las galletas. En cuanto al valor del R-cuadrado señala que el modelo presenta una variabilidad del 87.71% en el coeficiente de excentricidad con una desviación estándar de 0.0038.

En el diagrama de la Figura 62, se visualiza la incidencia que tienen los factores (A: aceite de castaña y B: crema de castaña) en el coeficiente de excentricidad, en donde hay dos efectos significativos, los cuales son las variables AC y CC. Donde el factor CC tiene mayor efecto en el coeficiente de excentricidad de las galletas seguido del factor AC.

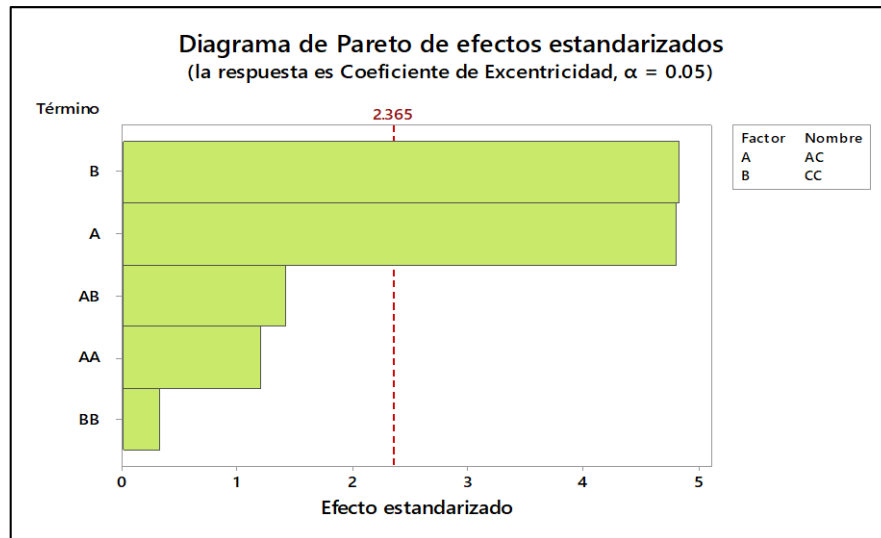


Figura 62: Diagrama de Pareto estandarizado para el coeficiente de excentricidad de las galletas.

En los gráficos de la Figura 63 y 64, se visualiza la influencia de los porcentajes de sustitución del aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC) con relación al coeficiente de excentricidad de las galletas, en la cual se aprecia que; si se incrementa la inclusión del aceite de castaña aumenta el coeficiente de excentricidad de las galletas, para el caso de la crema de castaña también es directamente proporcional con respecto al coeficiente de excentricidad de las galletas. Un resultado similar fue reportada por Bravo (2019), quien observó que conforme aumentó los niveles de sustitución de margarina por aceite de ajonjolí en un 50%, 75% y 100% aumentó el valor del coeficiente de excentricidad en las galletas siendo los valores 0.015, 0.021 y 0.026 respectivamente, con respecto a la sustitución de margarina por crema de ajonjolí afirmó que la galleta más redonda fue con 50% de crema de ajonjolí en comparación con la muestra con 75% de sustitución que obtuvo un valor de 0.045 de coeficiente de excentricidad.

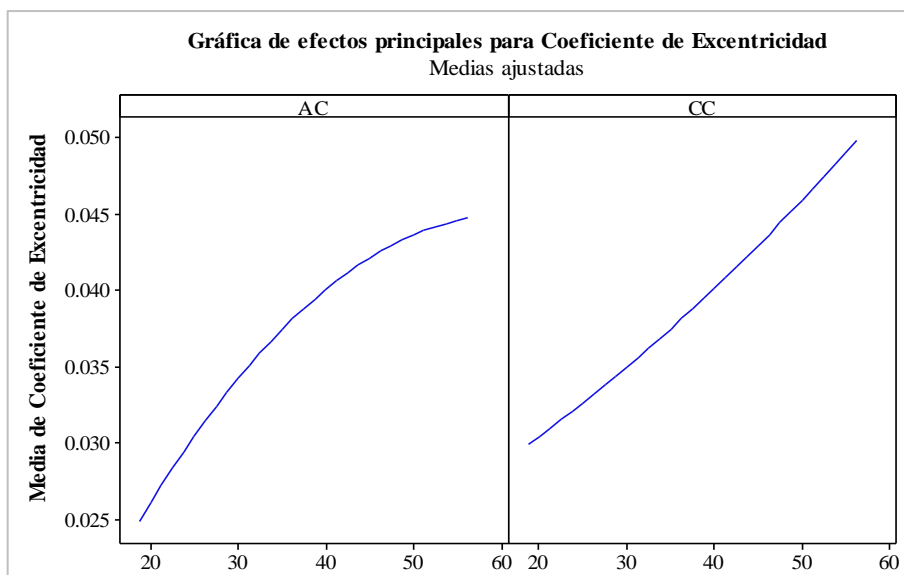


Figura 63: Gráfico de efectos principales de la variable coeficiente de excentricidad de las galletas.

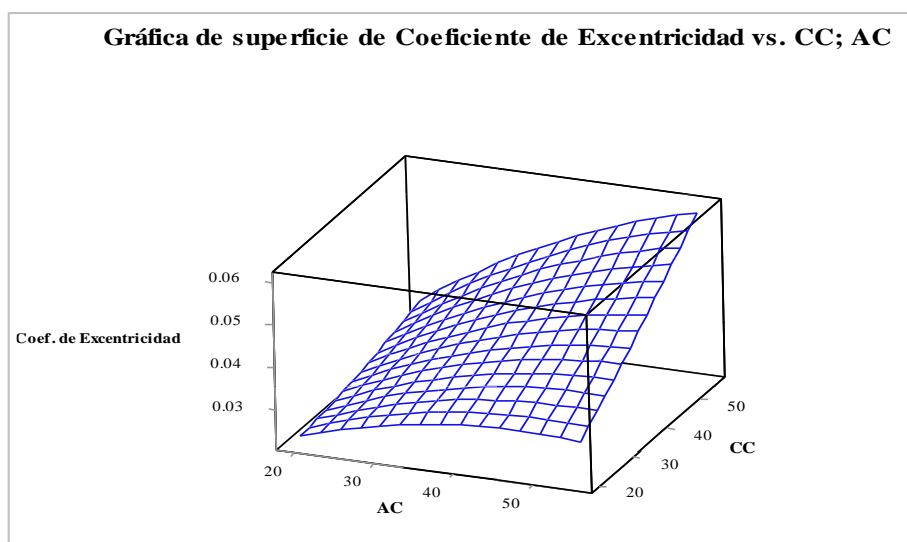


Figura 64: Gráfico de superficie de respuesta de la variable coeficiente de excentricidad de las galletas.

En el Anexo 70, se muestra los valores resultantes de la prueba ANOVA para la variable coeficiente de dilatación de las galletas en función a los diferentes porcentajes de sustitución de aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC). Según los resultados obtenidos se puede apreciar que el (efecto lineal y la combinación cuadrática) presentan un p-valor $>$ al (0.05), lo que señala que no hay efecto estadísticamente significativo a un intervalo de confianza del (95%), mientras que la interacción AC*CC presenta un p valor $<$ a (0.05), lo cual afirma que existe diferencia significativa entre esos factores. El valor R-cuadrado indica que el modelo tiene una variabilidad del 71.34 % con una desviación estándar de 0.021.

En la Figura 65, se muestra el “Diagrama A*B*C” o (DPEE) de los factores independientes A: Aceite de castaña (AC) y B: Crema de castaña (CC), donde se puede apreciar que el factor (AB) es estadísticamente significativo, mientras que los factores (AA, A, B y BB) presentan un efecto no significativo en cuanto a la variable dependiente coeficiente de dilatación de las galletas, ya que presentan un p valor > a 0.05.

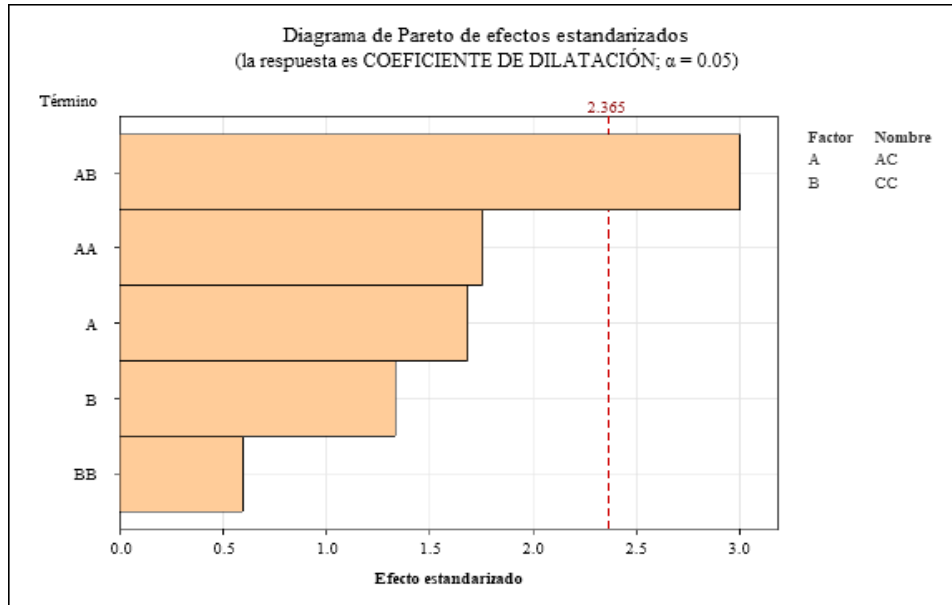


Figura 65: Diagrama de Pareto estandarizado para el coeficiente de dilatación de las galletas.

En la Figura 66 y 67, se evidencia la correlación entre el aceite de castaña y crema de castaña con respecto a la variable de respuesta coeficiente de dilatación de las galletas a través del gráfico de (superficie de respuesta) y (efectos principales) se puede apreciar un comportamiento parabólico a mayor sustitución de aceite de castaña a la formulación óptima disminuye el coeficiente de dilatación de las “galletas”, mientras tanto conforme que se incrementa el nivel de reemplazo de crema de castaña (AC) decrece el coeficiente de dilatación.

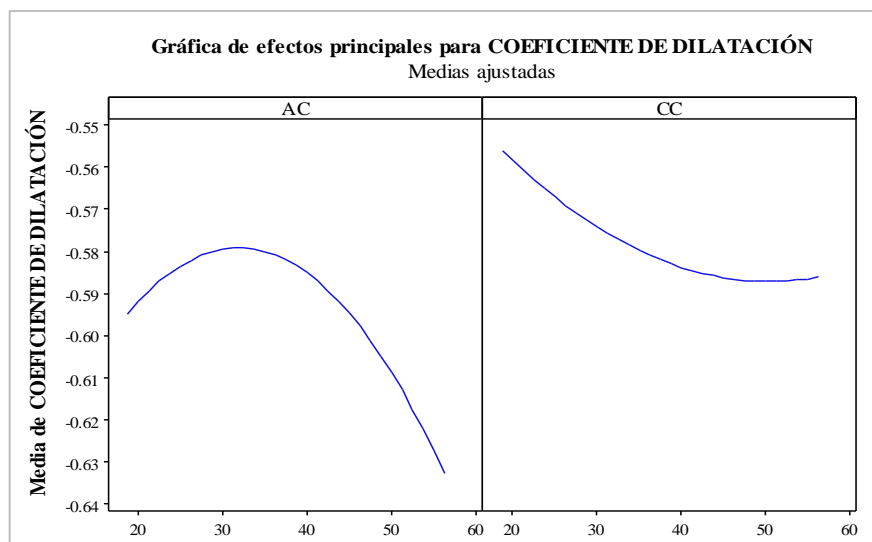


Figura 66: Gráfico de efectos principales de la variable coeficiente de dilatación de las galletas.

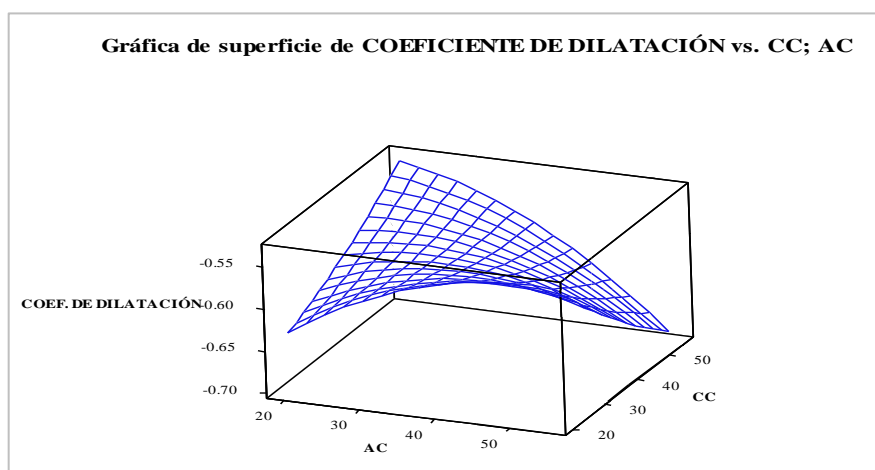


Figura 67: Gráfico de superficie de respuesta de la variable coeficiente de dilatación de las galletas.

Respecto al coeficiente de dilatación de las galletas a diferentes niveles de reemplazo o (sustitución) de margarina por (AC: aceite de castaña) y (CC: crema de castaña) se tiene valores desde -0.5545 a -0.6729, donde el tratamiento T4 con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña al 100% (AC: 50% y CC: 50%) presentó mayor coeficiente de dilatación. Estos resultados son superiores a lo encontrado por Bravo (2019), quien obtuvo resultados de la variable coeficiente de dilatación de -0.377 a -0.523 destacando la de 100% con sustitución de crema de ajonjolí. Por otra parte, Matos (2022), quien obtuvo resultados superiores en coeficiente de dilatación de -0.994367 y -0.996733 donde el tratamiento T3 presentó mayor coeficiente de dilatación con -0.996733 a una sustitución de harina de trigo

(HT) por harina de quinua (HQ) y moringa (HM) a una sustitución de (HT: 40%, HQ: 52.5% y HM: 7.5%) respectivamente. Sin embargo, nuestros resultados obtenidos se encuentran cercanos a los resultados encontrados por ambos autores.

En el Anexo 71, se muestra los resultados de la prueba ANOVA para la variable volumen (cm^3) de las galletas en función a los diferentes porcentajes de sustitución de aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC). Según los resultados obtenidos se puede apreciar que el (efecto lineal, la combinación cuadrática y la interacción de los factores AC*CC) presentan un p-valor $>$ al (0.05), lo que demuestra que no hay un efecto estadísticamente significativo a un intervalo de confianza: 95%. El valor R-cuadrado señala que el modelo tiene una variabilidad del 50.22 % con una desviación estándar de 0.146.

En la Figura 68, se muestra el DPEE o “Diagrama de A*B*C” de los factores independientes los cuales son: A: Aceite de castaña (AC) y B: Crema de castaña (CC), donde se puede apreciar que los factores (AB, AA, B, A y BB) no tienen un efecto significativo en cuanto al parámetro volumen de las galletas, ya que presentan un p valor $>$ a 0.05.

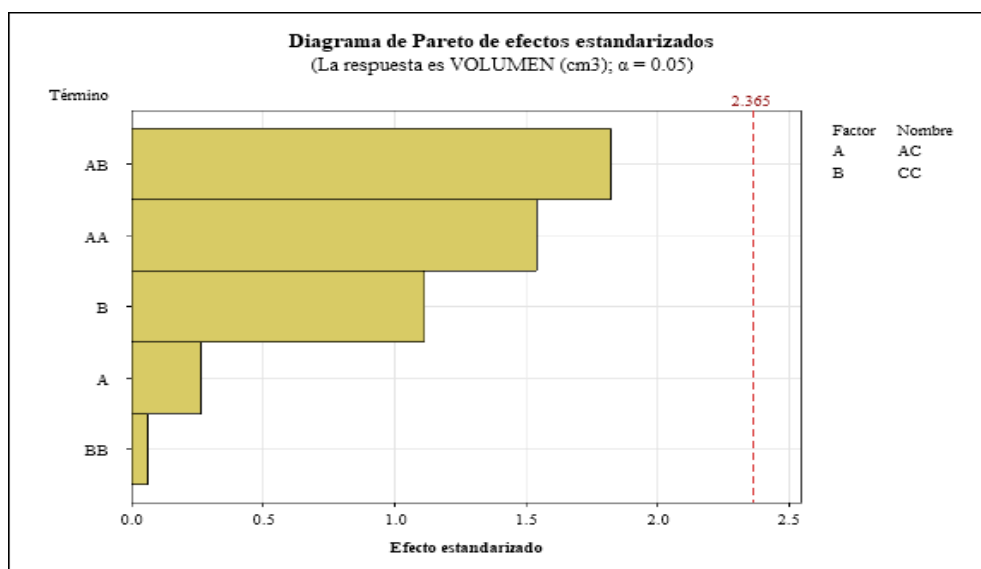


Figura 68: Diagrama de Pareto estandarizado para el volumen (cm^3) de las galletas.

En la Figura 69 y 70, se evidencia la correlación entre el aceite de castaña y crema de castaña con respecto a la variable de respuesta volumen (cm^3) de las galletas a través del gráfico de (efectos principales) y (superficie de respuesta) se puede apreciar un comportamiento parabólico a mayor sustitución de aceite de castaña a la formulación óptima disminuye el

volumen de las galletas hasta llegar a una proporción de 55.18% , mientras tanto al incrementar el nivel de reemplazo con crema de castaña (AC) aumenta el volumen de las galletas hasta llegar a una proporción del 55.18% respectivamente.

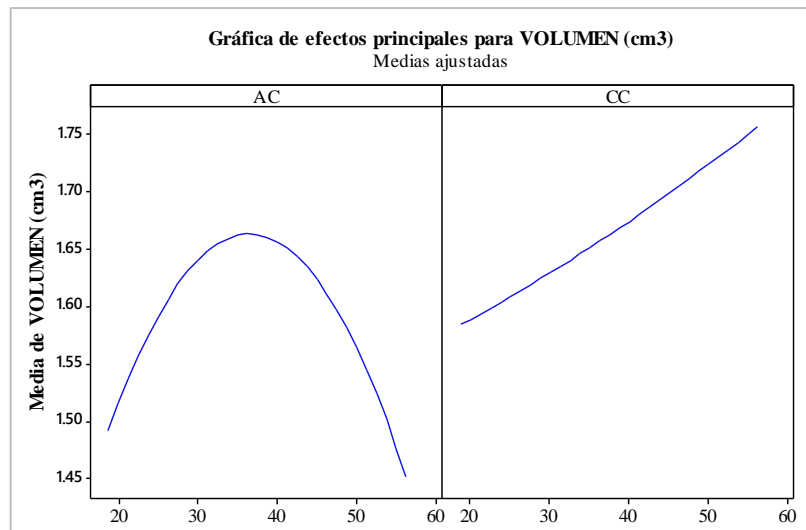


Figura 69: Gráfico de efectos principales de la variable volumen (cm³) de las galletas.

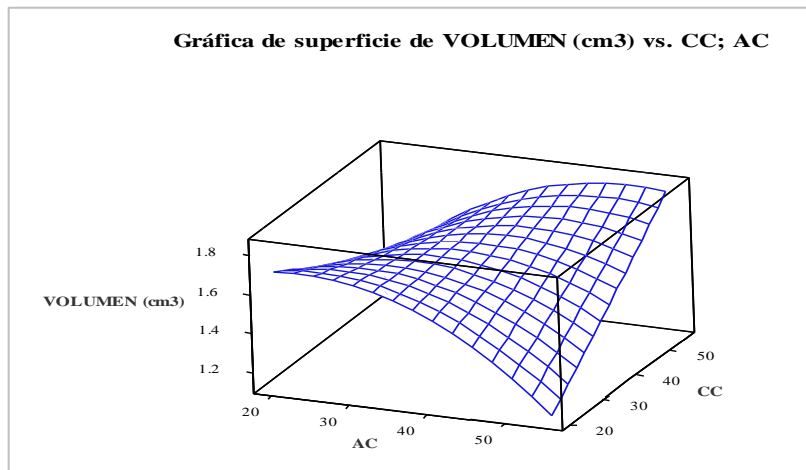


Figura 70: Gráfico de superficie de respuesta de la variable volumen (cm³) de las galletas.

Respecto al volumen de las galletas a diferentes niveles de reemplazo de margarina por aceite de castaña y crema de castaña se tiene valores de 1.3248-1.8750 cm³, donde el tratamiento T13 y T8 presentaron mejores resultados. Estos resultados son inferiores a lo encontrado por Bravo (2019), quien obtuvo resultados de la variable volumen de 8.024-10.428 cm³ destacando la de 50% con sustitución de crema de ajonjolí. Por otra parte, Matos (2022), obtuvo resultados inferiores en volumen de 0.001767 - 0.002333 cm³ donde el tratamiento T1 presentó mayor volumen con 0.002333 cm³ a una sustitución de harina de trigo (HT) por

harina de quinua (HQ) y moringa (HM) a una sustitución de (HT. 60%, HQ: 37.5% y HM: 2.5%) en galletas.

En la Tabla 35, se observan los valores resultantes del % de rendimiento de los trece “tratamientos”, donde el T4 presentó el mayor rendimiento con 93.41% con una evaporación de 6.59% y el menor rendimiento obtuvo el T3 con 91.14% y una evaporación de 8.86%.

Tabla 35: % de Rendimiento de las galletas con sustitución de aceite y crema de castaña

TRATAMIENTOS	Pi (g)	Pf (g)	RENDIMIENTO (%)	EVAPORACIÓN (%)
T1	11.38	10.43	91.65±0.015	8.35
T2	12.22	11.26	92.12±0.020	7.88
T3	10.72	9.77	91.14±0.25	8.86
T4	14.41	13.46	93.41±0.380	6.59
T5	11.47	10.52	91.72±0.042	8.28
T6	13.24	12.29	92.82±0.025	7.18
T7	14.16	13.21	93.29±0.035	6.71
T8	13.27	12.07	90.96±0.020	9.04
T9	12.56	11.61	92.44±0.467	7.56
T10	11.24	10.29	91.55±0.025	8.45
T11	11.86	10.91	91.99±0.105	8.01
T12	11.54	10.59	91.77±0.025	8.23
T13	11.93	10.98	92.04±0.030	7.96
TESTIGO	12.14	11.19	92.18±0.025	7.82

En el Anexo 72, se presenta los valores resultantes de la prueba ANOVA (Análisis de varianza) del modelo superficie de respuesta mediante el Diseño Central Compuesto (DCC) para el rendimiento (%) de las galletas, donde se aprecia que el factor (AC) tiene el valor p inferior a 0.05, por lo tanto, influye independientemente en el rendimiento a un intervalo de confianza del 95%. El valor del R-cuadrado señala que el modelo presenta una variabilidad de 59.69% en el rendimiento de las galletas con una desviación estándar de 0.623.

En la Figura 71, se muestra el DPEE o “Diagrama A*B*C” de los factores independientes A: Aceite de castaña (AC) y B: Crema de castaña (CC), donde se puede apreciar que el factor (A) es estadísticamente significativo con un valor < 0.05 ya que traspasa la línea de referencia el cual se encuentra en 2.365, mientras tanto las variables (AB, B, AA y BB) presentan un efecto no significativo en cuanto a la variable dependiente porcentaje de rendimiento de las galletas, ya que presentan un p valor > 0.05 .

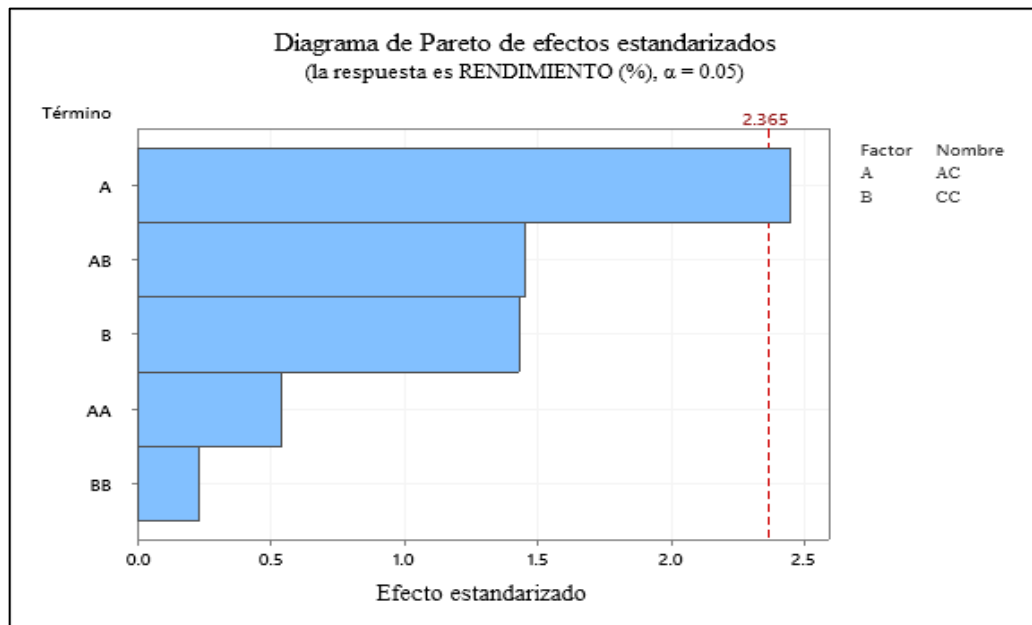


Figura 71: Diagrama de Pareto estandarizado para el rendimiento (%) de las galletas.

En la Figura 72 y 73, se estima la correlación entre el porcentaje de sustitución del aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC) respecto al rendimiento de las galletas por medio de la gráfica de (efectos principales) y (superficie de respuesta), se evidencia que al incrementar una mayor proporción de margarina sustituida por aceite de castaña aumenta el rendimiento de las galletas, para el caso de la crema de castaña es inversamente proporcional con respecto al rendimiento de las galletas.

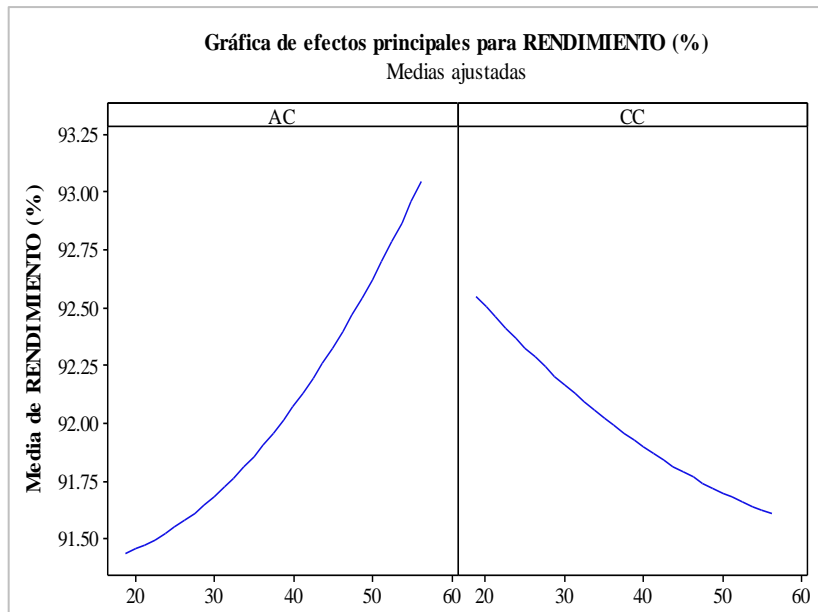


Figura 72: Gráfico de efectos principales de la variable rendimiento (%) de las galletas.

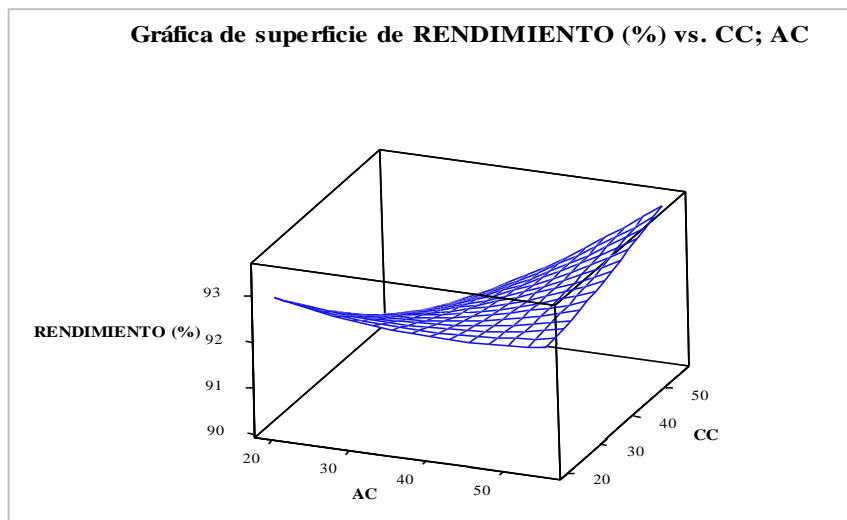


Figura 73: Gráfico de superficie de respuesta de la variable rendimiento (%) de las galletas.

Respecto a los resultados de rendimiento se obtuvo valores de 90.96% - 93.41% donde el T4 presentó mejor rendimiento con una evaporación de 6.59% al sustituir la margarina por aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC) a un 100% de (AC: 50% y CC: 50%). Este resultado es respaldado por Bravo (2019), quien obtuvo valores de rendimiento de 85.71% - 90%, donde la galleta con sustitución de margarina por crema de ajonjolí al 50% presentó mayor rendimiento con una evaporación del 10%. Por lo que se puede deducir que al sustituir la crema al 50% se obtiene mayor porcentaje de rendimiento del producto final.

4.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA TEXTURA DE LAS GALLETAS

En la Tabla 36, se observan los valores resultantes en cuanto a la textura de las galletas, donde el T4 al 100% de sustitución de margarina por aceite y crema de castaña (AC: 50% + CC: 50%) presentó la mayor dureza y fracturabilidad con 51.21 N y 45.72 N. La galleta que presentó menor dureza y fracturabilidad fue el T2 al 75% de sustitución (50% aceite de castaña + 25% crema de castaña) con 17.16 N y 7.56 N respectivamente, en comparación con la galleta testigo que obtuvo una dureza de 27.01 N y una fracturabilidad de 23.79 N.

Tabla 36: Resultados de la textura de las galletas con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña

TRATAMIENTOS	DUREZA (N)	FRACTURABILIDAD (N)
T1	27.01±0.01	23.79±0.001
T2	17.16±0.78	7.56±0.05
T3	22.47±0.45	21.19±0.06
T4	51.21±0.86	45.72±0.07
T5	24.73±0.39	17.00±0.20
T6	24.63±0.58	18.21±0.27
T7	22.36±0.08	16.16±0.12
T8	23.01±0.16	23.01±0.004
T9	25.15±0.08	19.66±0.10
T10	20.78±0.07	18.80±0.08
T11	20.50±0.12	17.03±0.03
T12	23.29±0.71	18.26±0.05
T13	22.55±0.02	15.60±0.13
Testigo	27.01±0.04	23.79±0.09

En el Anexo 73, se visualiza la prueba estadística ANOVA de los diferentes porcentajes de sustitución de aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC) respecto a la dureza (N) de las galletas, en donde se aprecia que el p-valor resultó significativo para la interacción de los factores AC*CC los cuales influyen significativamente sobre la dureza de las galletas. El valor del R-cuadrado señala que el modelo presenta una variabilidad del 71.99% en la dureza de las galletas con una desviación estándar de 5.716.

En el diagrama de la Figura 74, se visualiza el efecto que tienen los factores (A: aceite de castaña y B: crema de castaña) en la dureza de los tratamientos (galletas), en donde solo la interacción de los factores AC*CC incide significativamente.

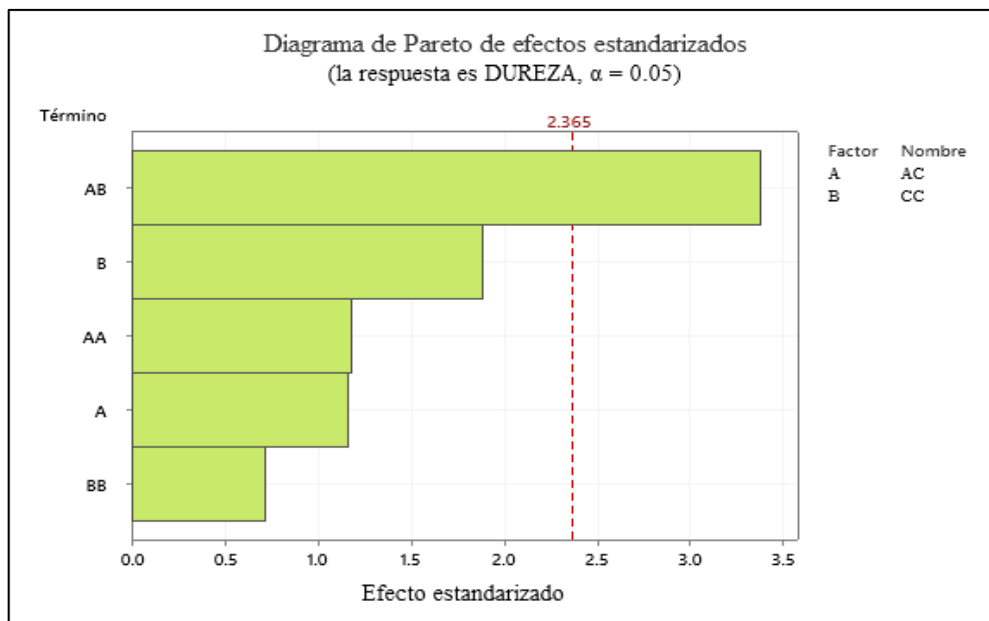


Figura 74: Diagrama de Pareto estandarizado para la dureza (N) de las galletas.

En los gráficos de la Figura 75 y 76, se visualiza la influencia de los porcentajes de sustitución del aceite y crema de castaña respecto a la dureza de las galletas, en donde al incrementar la inclusión del aceite de castaña (AC) hasta (25%) aproximadamente se observa la disminución de la dureza y conforme se va aumentando la sustitución hasta al menos (55.17%) también aumenta la dureza en las galletas. Esto podría deberse a la presencia de ácidos grasos insaturados en el aceite de castaña que contiene 51.1% de ácido linoleico y 32.7% de ácido oleico (Limachi *et al.*, 2009).

De hecho, Devi y Khatkar (2017), observaron que la resistencia a la rotura que aumentó a medida que los contenidos de ácido linoleico y ácidos grasos insaturados aumentaron esto probablemente debido a la pobreza del poder acortador de los ácidos grasos insaturados que conduce a una fuerte formación de red de gluten. Una red de gluten más fuerte imparte una mayor dureza a la galleta. Entre los resultados observó que la grasa hidrogenada tenía 0.26% de ácido linoleico y 52,5% de ácidos grasos insaturados con una dureza de 29.71 N en

comparación con el aceite de maní que tuvo mayores porcentajes de ácido linoleico 19,83% y 80,55 % de ácidos grasos insaturados por tanto tuvo la mayor dureza 50.89 N por el contrario, observaron que los valores más altos de ácido palmítico contribuyeron a que las galletas fueran más suaves.

Es bien sabido que el ácido palmítico contribuye a una capacidad de cremación superior de las grasas y aceites. Cuanto mayor sea la incorporación de aire durante la etapa de mezclado, más aire saldrá durante el horneado, lo que dará como resultado galletas más suaves. Esta afirmación justifica el mayor valor de resistencia a la rotura obtenidos por galletas preparadas con 100% de sustitución con aceite y crema de castaña (Devi y Khatkar 2017).

El aumento en la dureza de las galletas con sustitución de aceite de castaña contrasta con los hallazgos de Rangrej *et al.* (2014), quienes encontraron que la resistencia a la rotura de las galletas aumentó a medida que aumentó el nivel de aceite de linaza, las galletas que contenían manteca tuvieron la resistencia a la rotura más baja de 33.34 N, mientras que las galletas con mayor dureza fueron las que contenían 50 % de linaza 63.74 N. El mismo efecto fue notado por Jacob y Leelavathi (2007), quienes encontraron que las galletas que contenían 50% de aceite de girasol tenía una dureza de 51.97 N mientras que a 100% de sustitución tenían una textura relativamente más dura 95.13 N en comparación de la galleta con 100% de margarina que tuvo una dureza de 46.09 N.

Resultados similares fueron reportados por Giuffrè *et al.* (2022), quienes concluyeron que la adición de 70% de aceite de oliva produjo una galleta que mantuvo una mayor dureza durante su vida útil, desde el momento de la elaboración hasta doce meses de almacenamiento. Estos valores variaron entre un mínimo de 35.88 N y un máximo de 55.10 N y las galletas con (50% mantequilla de vaca y 50% margarina) 27.70 N y 60.31 N. De la misma forma, Kouhsari *et al.* (2022), observaron que la textura de la galleta elaborada con 100% aceite de canola tenía una dureza de 60.68 N la cual fue más dura debido al escaso atrapamiento de aire durante la cremado, en cambio la galleta que contenía solo grasa de palma mostró una menor resistencia a la rotura 56.12 N.

Se ha demostrado que la margarina provoca una modificación de los beta cristales asegurando que la grasa pueda rápidamente incorporarse y retener aire (Hamm y Hamilton, 2004). Greethead (1969), afirma que mientras más plástica y de textura suave tenga la grasa mayor será su poder acortador. Cuando es suave la grasa trabajada, reduce la resistencia a la rotura de las galletas, por lo tanto, se requiere plasticidad en las grasas ya que durante el proceso de formación de crema atrapan y retienen volúmenes considerables de aire resultando en un importante efecto leudante. Los aceites, por otro lado, se dispersan al mezclarlos con la masa en forma de glóbulos que son menos efectivos en sus acciones de acortamiento y aireación (Hartnett y Thalheimer, 1979). Por su parte, Jacob y Leelavathi (2007), explican que, aunque se pueden incorporar grandes cantidades de aire al aceite líquido, este no puede retenerse en el sistema y esto podría explicar la textura dura de la galleta.

Para el caso de la crema de castaña (CC) en la Figura 75 y 76, se aprecia que a un (25%) de sustitución de crema de castaña presentó la menor dureza (19.82 N) y conforme aumentó la sustitución también aumentó la resistencia a la rotura en las galletas. El mismo efecto fue notado por Flores y Pérez (2022), quienes estudiaron la sustitución de manteca vegetal por crema ajonjolí, donde observaron que la galleta que tenía (25%) de crema de sésamo presentó la menor dureza (21.71 N), incluso este valor fue menor que la galleta patrón y el valor más alto obtuvo la galleta con 50% de crema de sésamo 164.68 N, así también informaron que la galleta con 75% de sustitución mostró una dureza 49.58 N, que es inferior en comparación de la galleta patrón que tenía 83.02 N así también de 25% y 50% de sustitución.

El aumento de la dureza con la sustitución de crema de castaña podría deberse a lo mencionado por Baltsavias *et al.* (1999), quien menciona que la reducción de grasa ocasiona la pérdida del efecto lubricante, la disminución de la porosidad y densidad de las galletas. Blanco *et al.* (2018), observaron que la reducción de grasa aumentó 2,2 veces la dureza de la galleta. Es conocido el papel de la grasa como suavizante, ya que tiene el efecto de lubricar y hacerla más tierna. Por su parte, Gajera *et al.* (2010), informaron que la dureza de las galletas aumentó al reemplazar grasa hidrogenada por mantequilla de maní debido a la reducción de la grasa total en las galletas. La explicación radica en que cuando el contenido de grasa se reduce, las partículas de harina se hidratan con mayor facilidad y por lo tanto hay mayor formación de gluten; esto genera una masa más dura y por lo tanto las galletas horneadas presentan mayor dureza (Cárdenas, 2015).

En la Tabla 36, se visualiza que todas las muestras presentaron menores resultados de dureza en comparación a la galleta testigo, a excepción del T4 sustituido al 100% (AC 50 % Y CC: 50 %), estos resultados podrían deberse a lo mencionado por Manley (2000), quien afirma que, durante el proceso de mezclado en la producción de galletas, el componente graso y la fase acuosa compiten por la superficie de las partículas de harina. Si la grasa recubre la harina antes de hidratarla, la red del gluten se interrumpe y se produce una galleta más corta y menos dura. Otro de los factores que puede influir es el contenido de proteínas debido a la composición de la crema de castaña, ya que todos los tratamientos presentaron mayores valores de proteína en comparación a la galleta testigo (Anexo 104). El mismo efecto notaron Dapčević *et al.* (2013), quienes encontraron que los valores de dureza son menores cuando hay mayor porcentaje de proteína en las galletas.

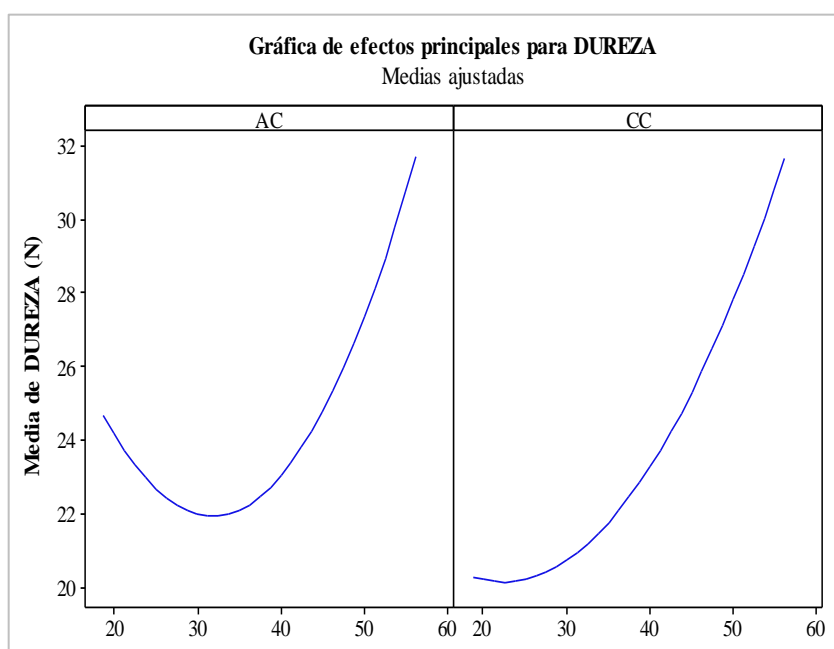


Figura 75: Gráfico de efectos principales de la variable dureza (N) de las galletas.

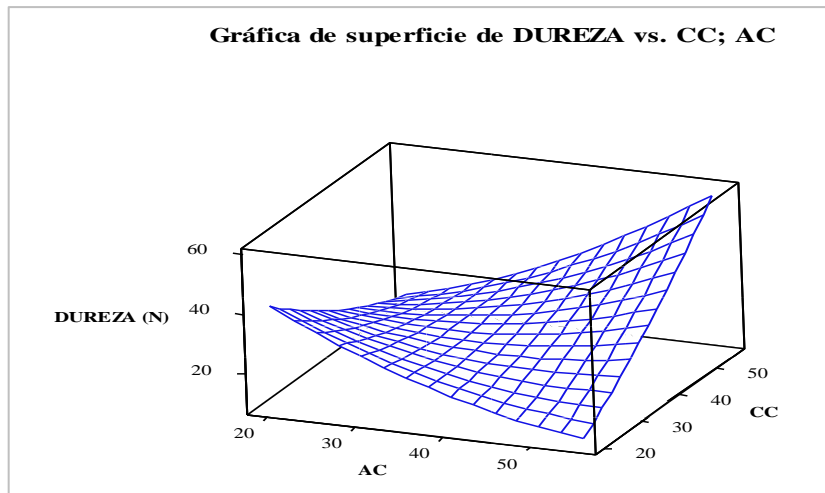


Figura 76: Gráfico de superficie de respuesta de la variable dureza (N) de las galletas.

En el Anexo 74, se muestra los valores resultantes de la prueba ANOVA o (Análisis de varianza) para la variable fracturabilidad en función a los diferentes porcentajes de sustitución de aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC). En donde se puede apreciar que el efecto lineal de aceite de castaña (AC) y el efecto cuadrático de (AC*AC) y (CC*CC) presentan un p-valor $>$ al (α : 0.05), lo que demuestra que no hay un efecto estadísticamente significativo a un intervalo de confianza del (95%), en cuanto al factor crema de castaña (CC) y la interacción de (AC*CC) el p-valor es $<$ a 0.05, lo que señala que es significativamente diferente. El valor R-cuadrado indica que el modelo tiene una variabilidad del 81.06% con una desviación estándar de 4.93567.

En la Figura 77, se muestra el “Diagrama de pareto estandarizado” (DPEE) de las variables independientes (A; Harina de cañihua (HC) y (B; Harina de quinua (HQ)), donde se puede evidenciar que los factores (AB y B) atraviesan sobre una línea de referencia que se encuentra en (2.365) respectivamente. Estos factores son estadísticamente significativos ya que presentan un p valor menor a 0.05, mientras que los factores (BB, A y AA) tienen un efecto no significativo en cuanto al parámetro fracturabilidad.

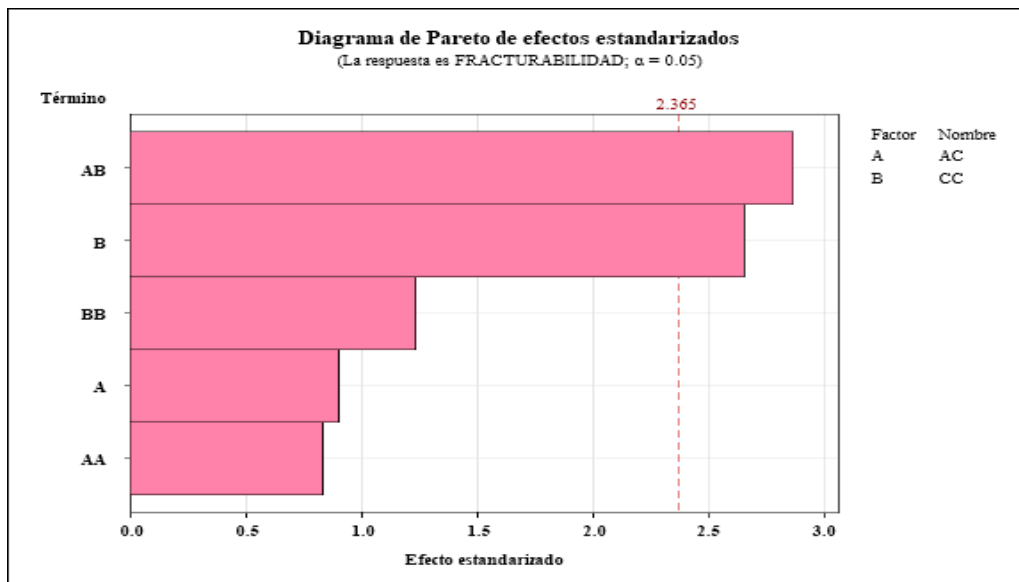


Figura 77: Diagrama de Pareto estandarizado para la fracturabilidad (N) de las galletas.

En la Figura 78 y 79, se estima la correlación entre el aceite de castaña y crema de castaña con respecto a la fracturabilidad de las galletas por medio del gráfico de (efectos principales) y (superficie de respuesta) se puede apreciar que la fracturabilidad con sustitución de aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC) es directamente proporcional con ambos factores. En tanto que se acrecienta el porcentaje de reemplazo de aceite de castaña (AC) y crema de castaña (CC), la fracturabilidad aumenta para ambos casos.

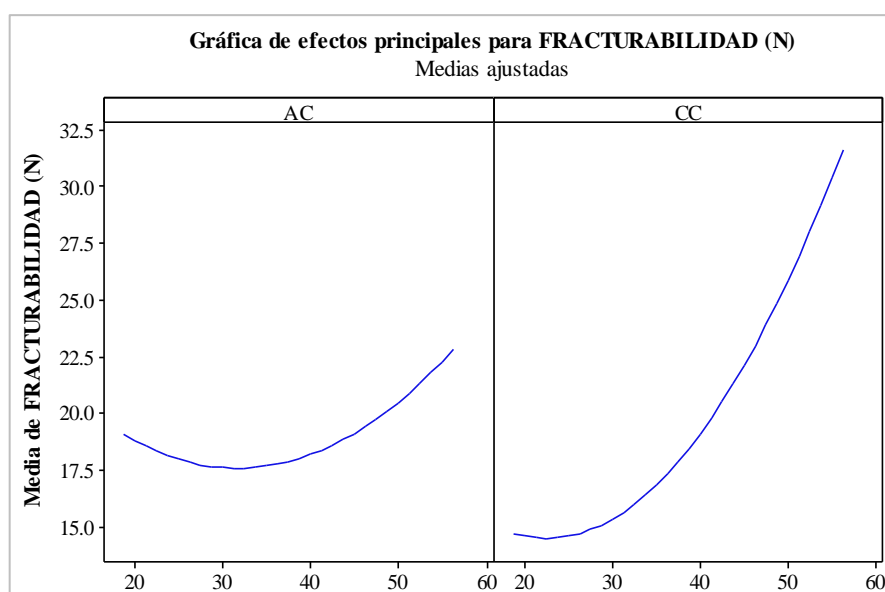


Figura 78: Gráfico de efectos principales de la variable fracturabilidad (N) de las galletas.

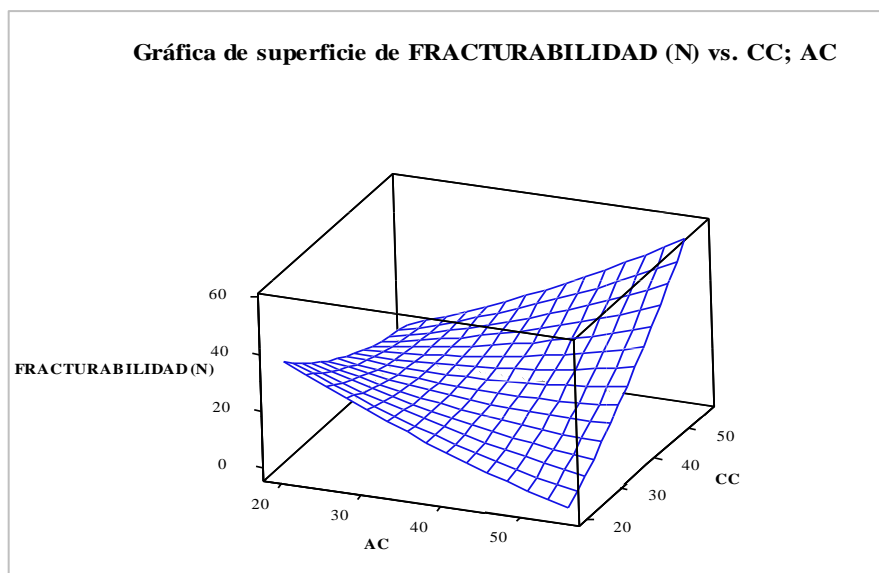


Figura 79: Gráfico de superficie de respuesta de la variable fracturabilidad (N) de las galletas.

Según Crisólogo (2019), determinó la influencia del reemplazo parcial de la harina de trigo por harina de kiwicha en la elaboración de galletas nutritivas a 3 niveles de sustitución (T1: 10%, T2: 15%, T3: 20%), donde la galleta con sustitución de harina de kiwicha (HK) al 20% presentó mayor fracturabilidad y dureza. Respecto a nuestros resultados obtenidos el T4 presentó mayor fracturabilidad con 4662.16 g/f en cuanto a un nivel sustitución de harina de cañihua y quinua (HC: 10%, HQ: 10%) al 100% de sustitución de margarina por aceite y crema de castaña (AC: 50% y CC: 50%). Estos resultados son superiores a lo encontrado por Soler *et al.* (2017) quienes obtuvieron una fracturabilidad de 0.257- 0.459 Kgf, donde la galleta (F10) con una formulación de ($H_{\text{frijol}}: 10\% + H_{\text{sorgo}}: 0\% + H_{\text{trigo}}: 90\%$) presentó una mayor fracturabilidad. Por otra parte, Salvatierra *et al.* (2019), identificaron valores de fracturabilidad desde 6.19 – 17.91 N, donde la galleta con la formulación F4 presentó mayor fracturabilidad de 17.91 N con la formulación de aceite de tarwi y aceite de chia al (AT: 12% y AC: 9%). Analizando estos resultados podemos deducir que a mayores porcentajes de sustitución de grasa mayor es la fracturabilidad de las galletas.

Desamparados (2015), menciona que la grasa influye en las dimensiones, las propiedades finales de textura y hace que la galleta sea más frágil. Wieser (2007), afirma que a mayor porcentaje de aceite se presentan mayores valores de fracturabilidad más elevados debido a un efecto de mayor cohesividad o unión de materiales en las galletas. Por otra parte, Salvatierra *et al.* (2019), indican que la alta concentración de aceite en las galletas tiene un efecto favorable para los parámetros de dureza y fracturabilidad, permitiendo tener un

producto fresco y una composición interna adecuado ya que se tiene una masa con baja humedad y es poca pegajosa, esto a causa de la alta cohesividad. Cauvani (2002), indica que a medida que la humedad se incrementa la fracturabilidad de la galleta aumenta, ello debido a mayor elasticidad y deformabilidad.

4.5. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS GALLETAS

En la Tabla 37, se observa los valores resultantes de la evaluación sensorial de la mezcla optimizada (25% de harina de cañihua + 10% harina de quinua) con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña, donde el T7 (37.5% de aceite de castaña + 19.82% crema de castaña) obtuvo el mayor promedio en la apariencia general con 5.90 puntos considerándose como “me gusta” seguido del T9 (37.5% aceite de castaña +37.5% crema de castaña) con 5.89 puntos y finalmente como la menos aceptada fue el T4 al 100% con (50% aceite de castaña + 50% crema de castaña) con un puntaje de 4.57 considerándose como “no me gusta ni me disgusta”. En comparación con la galleta testigo que obtuvo un puntaje de 5.56 en la apariencia general considerándose como “me gusta poco”.

Tabla 37: Resultados en promedio de apariencia general, para los trece tratamientos de galletas con sustitución de aceite y crema de castaña

Tratamientos	Color	Sabor	Olor	Textura	Apariencia General en Promedio
T1	5.60	6.10	5.39	5.57	5.67
T2	5.20	5.08	5.04	5.27	5.15
T3	5.25	5.18	5.01	4.80	5.06
T4	4.46	4.71	4.59	4.53	4.57
T5	5.66	5.44	5.41	6.00	5.63
T6	5.17	5.43	5.25	5.59	5.36
T7	6.01	5.79	5.78	6.02	5.90
T8	5.25	5.28	5.08	5.01	5.16
T9	5.61	5.75	6.03	6.17	5.89
T10	5.53	5.77	5.30	5.54	5.54
T11	5.02	5.30	5.19	5.37	5.22
T12	5.24	5.46	5.21	5.38	5.32
T13	5.42	5.54	5.33	5.52	5.45
GT	6.30	5.07	5.25	5.62	5.56

Nota: GT: Galleta testigo

En cuanto al atributo color en el Anexo 75, se muestra el análisis estadístico realizado mediante el programa Infostat con una comparación de medias al (α : 0.05) del nivel significancia entre los 13 tratamientos si existe diferencia significativa ya que el p-valor < 0.05, lo cual indica que los tratamientos son similares respecto al atributo color estos grupos están conformados por los siguientes tratamientos (A: GT y T7), (B: T7 y T5), (C: T5, T9, T1, T10 y T13), (D: T9, T1, T10, T13, T3, T8 y T12), (E: T10, T13, T3, T8, T12, T2 y T6), (F: T3, T8, T12, T2, T6 y T11) y finalmente el grupo G conformado por un solo tratamiento el cual es el T4, donde la galleta testigo (GT) obtuvo mayor aceptabilidad seguido del tratamiento T7, no obstante el tratamiento T4 que es estadísticamente diferente a la galleta testigo (GT).

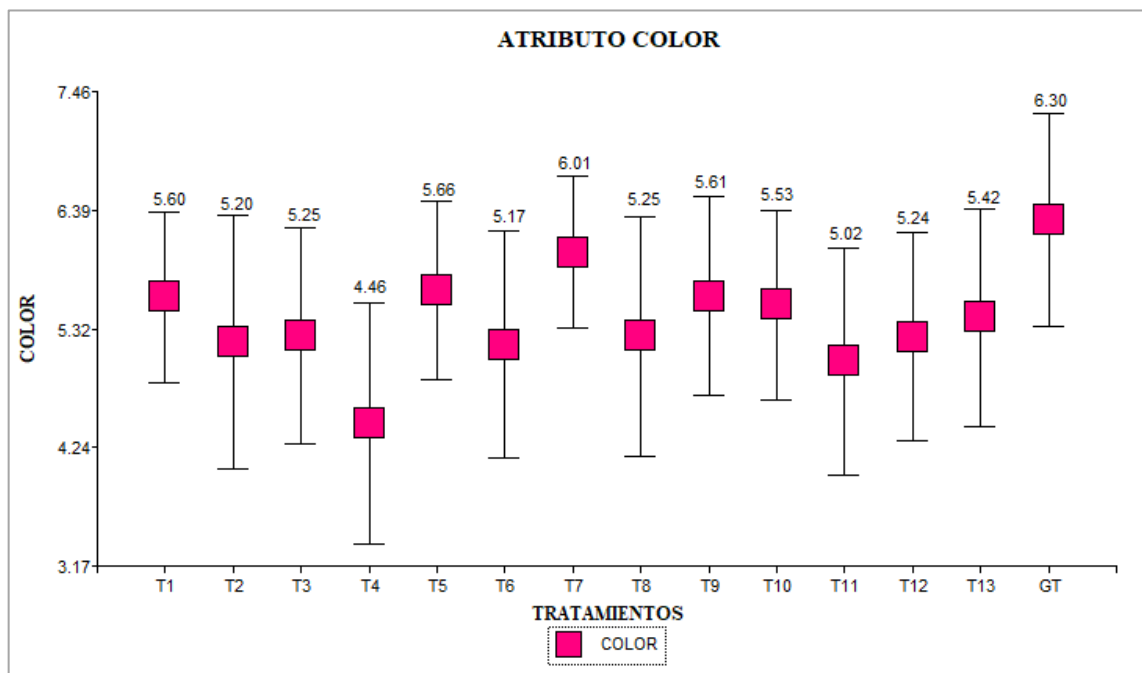


Figura 80: Comparación de medias y prueba de Tukey para el atributo color.

En la Figura 80, se puede evidenciar los resultados similares a lo encontrado en las pruebas estadísticas recalando a la galleta testigo (GT) como la más aceptable en cuanto al atributo color para los 100 jueces no entrenados con un puntaje promedio de 6.03 de me gusta, seguida de los tratamientos T7, T5, T9, T1, T10, T13, T3, T8, T12, T2, T6 y T11 con un me gusta ligeramente y finalmente el tratamiento T4 que fue sustituida al 100% de aceite (AC) y crema de castaña (CC) resulta como la menos aceptable con un puntaje de 4.46 de (ni me gusta ni me disgusta).

La galleta que obtuvo una mayor aceptación en cuanto al parámetro color fue la galleta testigo con un puntaje me gusta de 6.03 seguido del T7 (5.78) con la formulación óptima de harina de cañihua y quinua (HC: 25% y HC: 10%), con sustitución de aceite y crema de castaña al 57.32% (AC: 37.50 y CC: 19.82%) respectivamente. Resultados similares obtuvo Llerena (2010), quien elaboró galletas con harina de trigo y quinua a tres combinaciones M1: (HT: 50% y HQ: 50%), M2: (HT: 70% y HQ: 30) y M3 (HT: 80% y HQ: 20%), donde la M3 presentó mayor aceptabilidad en cuanto al atributo color. Por otra parte, Bravo (2019), elaboró galletas con sustitución de margarina por aceite de ajonjolí y crema de ajonjolí donde la galleta más aceptable por parte de los 40 panelistas no entrenados a una escala hedónica de 9 puntos fue la galleta con sustitución de margarina por aceite de ajonjolí al 50% con una aceptación de 7.5 de me gusta moderadamente. Por lo que se puede considerar que a menor sustitución de margarina por aceite de castaña y crema de castaña se presentan mejores resultados en cuanto al parámetro color y mayor es la aceptación del producto.

En cuanto al atributo sabor en el Anexo 76, se muestra el análisis estadístico realizado mediante el programa Infostat con una comparación de medias al (α : 0.05) del nivel significancia entre las 13 formulaciones y la galleta testigo (GT) si existe diferencia significativa ya que el p-valor < 0.05 , donde se puede apreciar similitudes respecto al atributo sabor entre los tratamientos de los siguientes grupos conformados por cada tratamiento (A: T1, T7, T10 y T9), (B: T7, T10, T9, T13, T12, T5 y T6), (C: T9, T13, T12, T5, T6 y T11), (D: T11, el T13, T12, T5, T6, T11, T8 y T3), (E: T12, T5, T6, T11, T8, T3, T2 y GT), no obstante, el tratamiento T4 que es estadísticamente diferente al T1, sin embargo, es similar al tratamiento T2 y a la galleta testigo (GT).

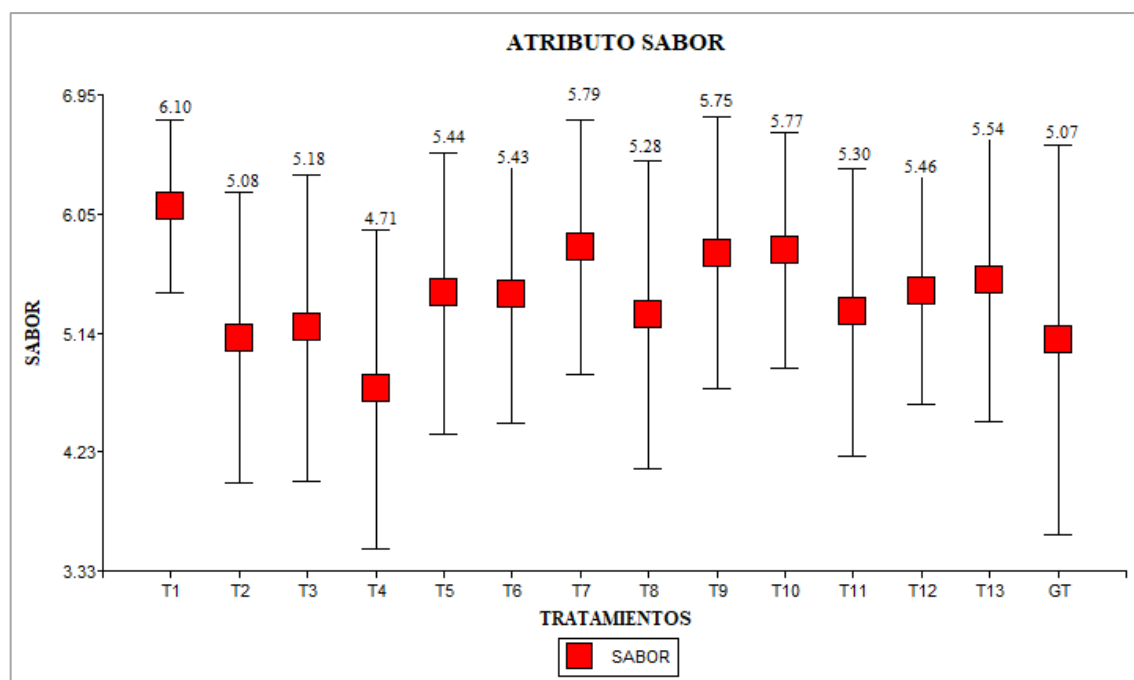


Figura 81: Comparación de medias y prueba de Tukey para el atributo sabor.

En la Figura 81, Se puede visualizar los resultados similares a lo encontrado en las pruebas estadísticas recalando al T1 como la más aceptable en cuanto al atributo sabor para los 100 jueces no entrenados con un puntaje de 6.04 de me gusta, seguida de los tratamientos T7, T10, T9, T13, T5, T6, T11, T8, T3, T2 y GT con un me gusta ligeramente y finalmente el tratamiento T4 que fue sustituida al 100% de aceite (AC) y crema de castaña (CC) resulta como la menos aceptable con un puntaje de 4.71 de ni (me gusta ni me disgusta).

La galleta que obtuvo una mayor aceptación en cuanto al parámetro sabor fue el tratamiento T1 con un puntaje me gusta de 6.10 seguido del T7 (5.79) con la formulación óptima de harina de cañihua y quinua (HC: 25% y HC: 10%), con sustitución de aceite y crema de castaña al 50% (AC: 25% y CC: 25%) respectivamente. Resultados similares obtuvo Llerena (2010), quien elaboró galletas con harina de trigo y quinua a tres combinaciones M1: (HT: 50% y HQ: 50%), M2: (HT: 70% y HQ: 30) y M3 (HT: 80% y HQ: 20%), donde el 71% de padres investigadores indican que la M3 es muy agradable respecto a la muestra 1 y 2. Por otra parte, Bravo (2019), elaboró galletas con sustitución de margarina por aceite de ajonjolí y crema de ajonjolí donde la galleta más aceptable por parte de los 40 panelistas no entrenados a una escala hedónica de 9 puntos fue la galleta con sustitución de margarina por aceite de ajonjolí al 75% con una aceptación de 7.075 de me gusta moderadamente.

Jacob y Leelavathi (2007), mencionan que la grasa atribuye cualidades comestibles deseables y contribuye a la textura y el sabor al producto final. Por otra parte, Tarancón (2013), indica que los consumidores estiman que se produce una reducción en la calidad del sabor del producto cuando el contenido de grasa disminuye aunque este efecto depende del producto considerado.

En cuanto al atributo olor en el Anexo 77, se muestra el análisis estadístico realizado mediante el programa Infostat con una comparación de medias al (α : 5%) del nivel significancia entre las 13 formulaciones si existe diferencia significativa ya que el p-valor < 0.05, lo cual indica que los tratamientos son similares respecto al atributo olor estos grupos están conformados por los siguientes tratamientos (A: T9 y T7), (B: T7 y T5), (C: T5, T1, T13, T10, T6, GT, T12, T11, T8 y T2), (D: T1, T13, T10, T6, GT, T12, T11, T8, T3) y finalmente el grupo E conformado por un solo tratamiento el cual es el T4, donde el T9 obtuvo mayor puntaje en olor seguido del tratamiento T7, no obstante el tratamiento T4 que es estadísticamente diferente al T9.

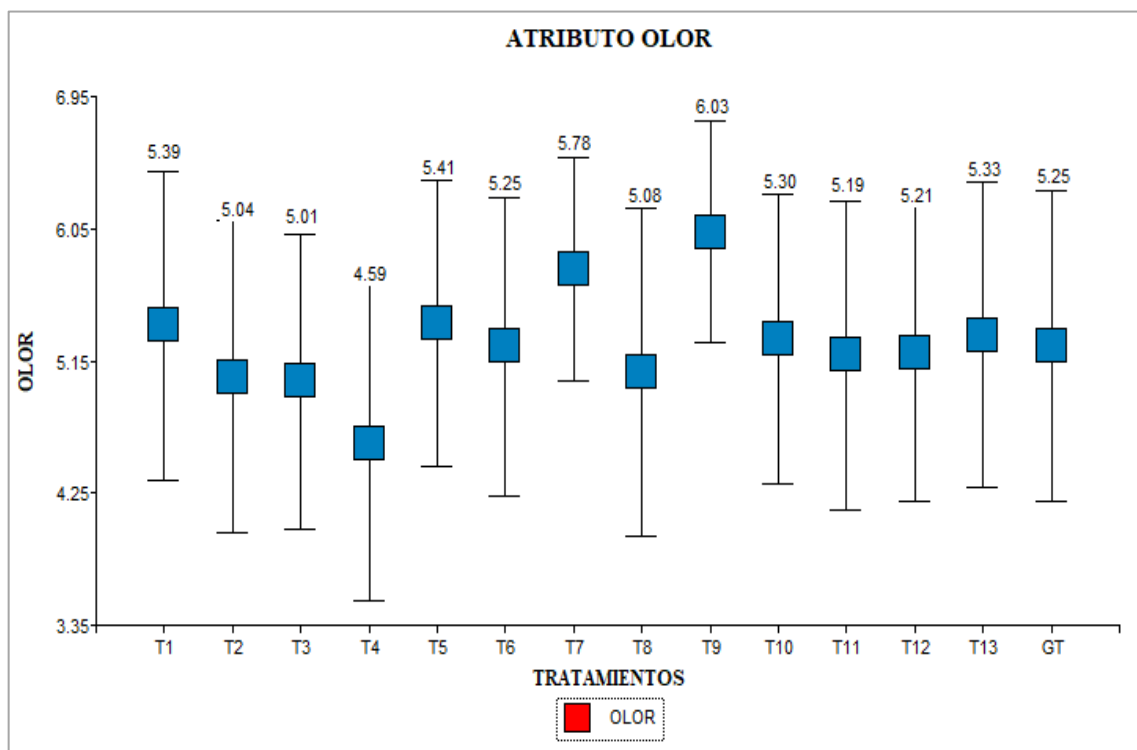


Figura 82: Comparación de medias y prueba de Tukey para el atributo olor.

En la Figura 82, se puede apreciar los resultados similares a lo encontrado en las pruebas estadísticas siendo el T9 como la más aceptable en cuanto al atributo olor para los 100 jueces no entrenados con un puntaje de 6.03 de me gusta, seguida de los tratamientos T7, T5, T1, T13, T10, T6, GT, T12, T11, T8, T2 y T3 con un me gusta ligeramente y finalmente el tratamiento T4 que fue sustituida al 100% de aceite (AC) y crema de castaña (CC) resulta como la menos aceptable con un puntaje de 4.59 de (ni me gusta ni me disgusta).

La galleta que obtuvo una mayor aceptación en cuanto al parámetro olor fue el tratamiento T9 con un puntaje de me gusta de 6.03 seguido del T7 (5.78) con la formulación óptima de harina de cañihua y quinua (HC: 25% y HC: 10%), con sustitución de aceite y crema de castaña al 75% (AC: 37.50% y CC: 37.50%) respectivamente. Resultados similares obtuvo Llerena (2010), quien elaboró galletas con harina de trigo y quinua a tres combinaciones M1: (HT: 50% y HQ: 50%), M2: (HT: 70% y HQ: 30) y M3 (HT: 80% y HQ: 20%), donde el 71% de padres investigadores indican que la M3 tiene muy buen olor respecto a la muestra 1 y 2. Por otra parte, Bravo (2019), elaboró galletas con sustitución de margarina por aceite de ajonjolí y crema de ajonjolí donde la galleta más aceptable por parte de los 40 panelistas no entrenados a una escala hedónica de 9 puntos fue la galleta con sustitución de margarina por aceite de ajonjolí al 75% con una aceptación de 6.475 de me gusta moderadamente.

En el Anexo 78, se aprecia los resultados de la prueba de ANOVA con respecto a la textura de las galletas, en donde el valor $p < 0.05$, el cual significa que, al menos uno de los tratamientos es diferente a los demás respecto al grado de satisfacción de la variable textura, por ende realizó la prueba de Tukey, en donde la galleta testigo y T6 muestran promedios similares de la misma forma los tratamientos T12, T11 y T2 tienen la misma influencia en cuanto al grado de satisfacción de la variable textura, el cual nos indica que no hay diferencias significativas entre sus medias. Finalmente, el T9 tuvo mayor puntuación respecto al atributo textura seguido del T7 y T5.

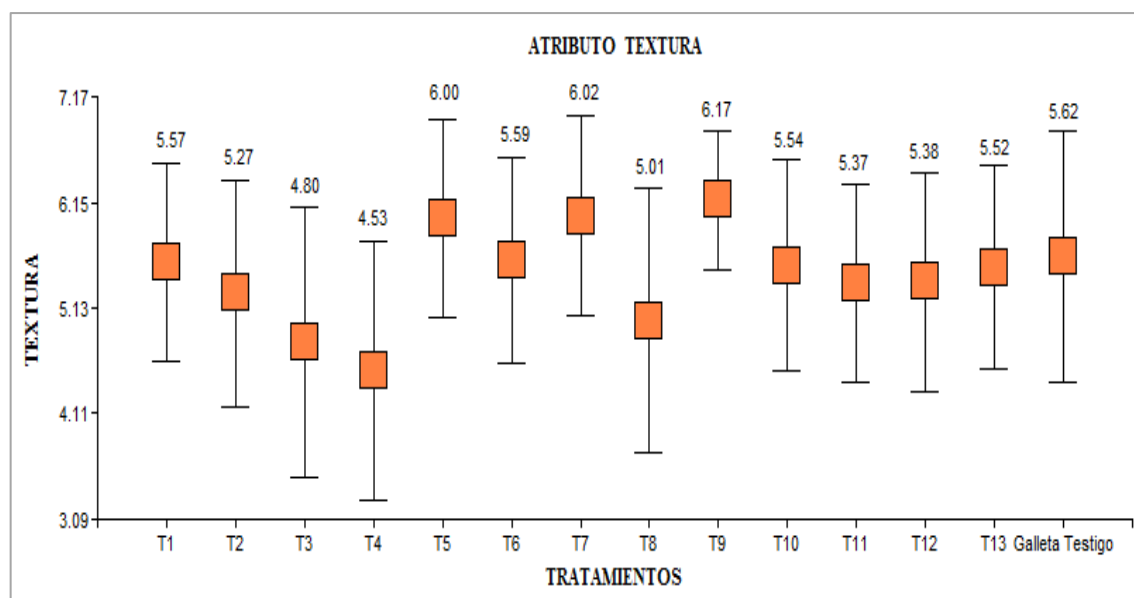


Figura 83: Comparación de medias y prueba de Tukey para el atributo textura.

En la Figura 83, se visualiza la variación de los promedios para los 13 tratamientos y la galleta testigo con respecto al atributo textura, donde se observa que el T9 que fue sustituido con 75% de margarina por aceite y crema de castaña (AC: 37.5%; CC: 37.5%) presentó el promedio más alto con respecto al grado de satisfacción del atributo textura y el puntaje más bajo obtuvo el T4 sustituido al 100% de margarina por (AC: 50%; CC: 50%).

Nuestros resultados son similares a lo reportado por Rangrej *et al.* (2014), quienes utilizaron una escala hedónica de 9 puntos, donde observaron que la puntuación sensorial se vió afectada negativamente por encima del 30 % de reemplazo de manteca por aceite de linaza, en comparación con las galletas de control, las galletas de aceite de linaza (al 40 % y 50 %) obtuvieron 6.1 y 5.5 puntos respectivamente. Por su parte, Hussein *et al.* (2021), evaluaron el grado de satisfacción de las muestras (galletas) sustituidas de margarina por pulpa de palta desde un 20% a 50%, en la cual utilizaron la escala hedónica de (1- 9 puntos), donde la puntuación más alta fue con 20% de pulpa de aguacate 7.5 puntos, pero conforme aumentó la sustitución de margarina en un 30%, 40% y 50% las puntuaciones fueron disminuyendo a 7.20, 6.90 y 6.85 respectivamente.

La disminución en la puntuación de la textura de las galletas se relaciona al pobre atrapamiento de aire del aceite de castaña durante el mezclado de la masa y endureció las galletas, Cuanto mayor sea el efecto de lubricación de la grasa, menor será la dureza que se podría esperar (Jacob y Leelavathi, 2007). Del mismo modo cuando se reduce la grasa en las galletas, las partículas de harina se hidratan con mayor facilidad y por lo tanto hay mayor

formación de gluten; esto genera una masa más dura y por lo tanto las galletas horneadas presentan mayor dureza (Cárdenas, 2015).

En el Anexo 79, se puede apreciar los resultados de la prueba estadística ANOVA con respecto a la apariencia general de los tratamientos (galletas), donde el valor p-valor < 0.05 , el cual significa que, existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto al grado de satisfacción de la variable apariencia general a un nivel de significancia de 5%, por ende se procedió a realizar la prueba de Tukey en donde se observa que los tratamientos (T5, T7 y T9) muestran promedios similares de la misma forma los tratamientos (T13 y T10) finalmente los tratamientos (T12, T2, T11 y T3) tienen la misma influencia en cuanto al grado de satisfacción de la variable apariencia general, el cual nos indica que no hay diferencias significativas entre sus medias. Finalmente, el T1 tiene mayor puntuación respecto al atributo textura seguida de la galleta testigo y T5.

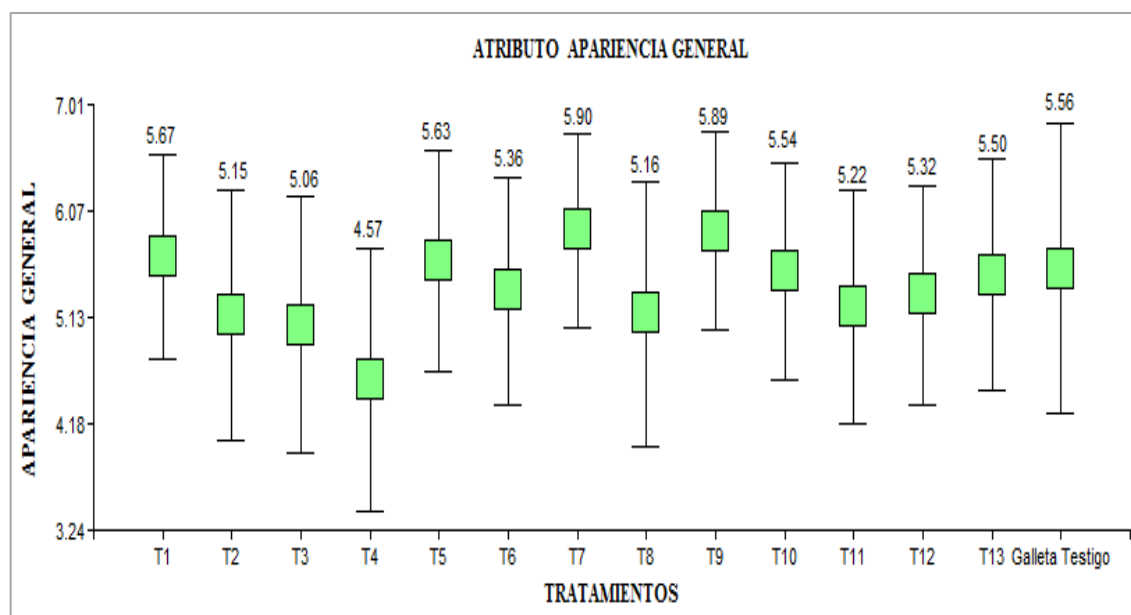


Figura 84: Comparación de medias y prueba de Tukey para el atributo apariencia general.

En la Figura 84, se visualiza la variación de las medias para los 13 tratamientos y la galleta testigo con respecto al atributo apariencia general, donde se observa que el T7 que fue sustituido con 50% de margarina por aceite y crema de castaña (AC: 37.50%; CC: 19.82%) presentó el promedio más alto con 5.90 puntos en comparación a los demás tratamientos así también el T4 que fue sustituido al 100% (AC: 50%; CC: 50%) obtuvo el promedio más bajo con respecto al atributo apariencia general. El mismo efecto fue notado por Wekwete y

Navder (2008), en la evaluación sensorial utilizaron una escala hedónica de 5 puntos, donde observaron que la galleta con 50% de puré de aguacate mostró una puntuación de 3 puntos en la apariencia general en comparación de la galleta control (100% de mantequilla) obtuvo 4.09 puntos. Por su parte, Giuffrè *et al.* (2022), observaron que la puntuación de la galleta con inclusión de aceite de oliva disminuyó en comparación a la muestra control respecto al atributo apariencia general, para ello emplearon una escala hedónica de 10 puntos en la cual la galleta control (100% mantequilla) obtuvo 9 puntos y 6.4 la galleta con 30% mantequilla 70% aceite de oliva extra virgen.

La menor puntuación del tratamiento T4 probablemente se debió a la superficie agrietada de mayor tamaño en comparación con las galletas con menor porcentaje de sustitución que mostraron superficie agrietada de tamaño relativamente pequeña. Doescher y Hosney (1985), explican que, durante el proceso del horneado, la sacarosa presente en la superficie de la galleta cristaliza, provocando que la superficie se seque rápidamente y conforme la galleta se esparce, la superficie seca se agrieta. Las galletas elaboradas con aceite demoran en expandirse durante el horneado debido a que la masa presenta poca viscosidad para producir la expansión lo que da como resultado galletas más duras y con grietas más grandes. Mientras que las masas para galletas que contienen grasas plásticas dejan de esparcirse rápido en el horneado (Villagómez y Vázquez, 2016), lo cual podría atribuirse a causa de que la cristalización de la sacarosa demora más tiempo por lo tanto no se seca rápido en la superficie de la galleta (Manley, 1998).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La formulación óptima para la elaboración de galletas en función al comportamiento reológico de la masa, utilizando el Diseño Central Compuesto (DCC) fue el T2 con (25% de harina de cañihua +10% harina de quinua) quien presentó una consistencia de masa de (553 FE), tiempo de estabilidad (3:00 mm:ss), absorción de agua (57 %), extensibilidad (71 mm) y resistencia a la extensión (162 BU) el cual obtuvo resultados similares a la formulación testigo que presentó una absorción de agua (57.9 %), consistencia de masa (593 FE) y con un tiempo de (07:40 mm:ss) de estabilidad, resistencia a la extensión (247 BU) y una extensibilidad de (138 mm) en un tiempo de reposo de 30 min.
- La sustitución de aceite y crema de castaña influyó en las características físicas y porcentaje de rendimiento de las galletas donde el T4 al 100% de sustitución (50% aceite de castaña + 50% crema de castaña) presentó el mayor peso, espesor, reducción en su tamaño y rendimiento con 13.46 g, 8.98 mm, -0.6729 y 93.41% respectivamente, la galleta que tiende a ser más redonda fue el T5 (19.82% aceite de castaña + 37.5% crema de castaña) con un coeficiente de excentricidad de 0.024 y finalmente en cuanto al volumen el T8 (37.5% aceite de castaña + 55.18 crema de castaña) obtuvo el mayor volumen con 1.8739 cm³. En cuanto a las características fisicoquímicas el T3 presentó menor humedad y ceniza con 1.4% y 1.16%, el menor índice de peróxido y acidez el T12 y T11 con 1.02 Meq/Kg y 0.018 % y mayor proteína el T8 con 11.38 %.
- La sustitución de margarina por aceite y crema de castaña aumentó la dureza y fracturabilidad de las galletas, donde el T4 al 100% de sustitución de margarina por aceite y crema de castaña (AC: 50% + CC: 50%) presentó la mayor dureza y fracturabilidad con 51.21 N y 45.72 N respectivamente. En tanto el T2 al 75% de

sustitución (50% aceite de castaña + 25% crema de castaña) obtuvo la menor dureza 17.16 N y 7.56 N de fracturabilidad.

- Las galletas que presentaron mayor aceptabilidad fueron el T7 y T9 al 57.32% de sustitución (AC: 37.5% + CC: 19.82%) y 75% (AC: 37.5% + CC: 37.5%) con un “Me gusta” de 5.90 y 5.89 respectivamente. En comparación a la galleta testigo que presentó menor aceptabilidad con un “Me gusta poco”.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda sustituir a la margarina al 100% por aceite y crema de castaña para obtener mejores características físicas y rendimiento de las galletas. En cuanto a la textura, para menor dureza y fracturabilidad se sugiere sustituir al 75 % (50% aceite de castaña + 25% crema de castaña).
- Determinar la influencia del reemplazo de margarina por aceite y crema de castaña sobre las propiedades reológicas de la masa para galletas.
- Realizar el análisis de la textura de la masa y su relación con la dureza de las galletas.
- Realizar el análisis de ácidos grasos en las galletas con sustituciones de margarina por aceite y crema de castaña.
- Por último, se recomienda determinar la vida útil de la galleta, con diferentes porcentajes de sustituciones aceite y crema de castaña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB Mauri. (2022). *¿Qué son las masas azucaradas?* <https://abmauri.es/blog/que-son-las-masas-azucaradas/>
- AGECEX. (2009). *Estudio de mercado "Recurso castaña"*. La Paz, Bolivia.
- Aguirre, E., Rodríguez, G., León, A., Urbina, K., & Villanueva, E. (2021). Incorporation of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) in cereal flour mixtures: rheology and quality of sliced bread. *DYNA*, 88(216), 109-116. <https://doi.org/10.15446/dyna.v88n216.87504>
- Aini, N., Sustriawan, B., Mela, E., & Lestari, L. (2022). Physical and Chemical Properties of Corn-Almond Cookies Affected by Mung Bean Supplementation and Source of Fat. *Advances in Biological Sciences Research*, 16, 66-74. <https://doi.org/10.2991/absr.k.220101.010>
- Aldas, S. (2013). *Uso de la uvilla (*Physalis peruviana*) en la repostería como alternativa gastronómica nutricional*. (Tesis de Pregrado) Universidad Técnica del Norte, Facultad Ciencias de la Salud Nutrición y Salud Comunitaria, Ibarra. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3534/1/06%20GAS%20025%20TESIS.pdf>
- Anzaldúa- Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza, España: Acribia. <https://s47003acac0f1f7a3.jimcontent.com/download/version/1463707242/module/8586131883/name/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS.pdf>
- Apaza, V. (2010). *Manejo y mejoramiento de Kañiwa*. Puno, Perú: Convenio Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Puno, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente-CIRNMA, Bioversity International y el International Fund for Agricultural Development-IFAD. http://www.nuscommunity.org/uploads/tx_news/Libro_Manejo_y_Mejoramiento_Ka%C3%B1iwa.pdf

- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú* (Primera ed.). Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). <http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/handle/inia/76>
- Arista, J., & Ramírez, L. (2018). *Sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de quinua (Chenopodium quinoa W.) y chia blanca (Salvia hispánica L.) usando glicerol en la elaboración de galletas enriquecidas*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Chimbote. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3051/47036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ascherio, A., & Willett, W. (1997). Health effects of trans fatty acids. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 66(4), 1006S-1010S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/66.4.1006S>
- Aslam, F., Iqbal, S., Nasir, M., Anjum, A., Swan, P., & Sweazea, K. (2018). Effect of hydrogenated fat replacement with white sesame seed oil on physical, chemical and nutritional properties of cookies. *Italian Journal of Food Science*, 30(1), 13-25. <https://www.itjfs.com/index.php/ijfs/article/view/703/360>
- Badui, S. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica* (Primera ed.). Atlacomulco, México: Pearson Educación. https://www.academia.edu/12359396/La_ciencia_de_los_alimentos_en_la_pr%C3%A1ctica
- Baltsavias, A., Jurgens, A., & Van, T. (1997). Rheological Properties of Short Doughs at Small Deformation. *Journal of Cereal Science*, 26(3), 289-300. <https://doi.org/10.1006/jcrs.1997.0133>
- Baltsavias, A., Jurgens, A., & Van, T. (1999). Properties of Short-Dough Biscuits in Relation to Structure. *Journal of Cereal Science*, 29(3), 245-255. <https://doi.org/10.1006/jcrs.1999.0250>
- Baravalle, L. (2013). *Efectos de la harina de trigo en nuestra salud*. Córdoba nutrición: <https://cordobanutricion.com/efectos-de-la-harina-de-trigo-en-nuestra-salud/>
- Barrera, G., Pérez, G., Ribotta, P., & León, A. (2006). Influence of damaged starch on cookie and bread-making quality. *Eur Food Res Technol*, 225(1), 1-7. <https://doi.org/10.1007/s00217-006-0374-1>

- Bartolo, D. (2013). Propiedades nutricionales y antioxidantes de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Revista de Investigación Universitaria*, 2(1), 47-53.
- Bayard, C., & Wolff, R. (1995). Trans-18:1 acids in french tub margarines and shortenings: Recent trends. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 72(12), 1485-1489. <https://doi.org/10.1007/BF02577841>
- Baydar, N., & Akkurt, M. (2001). Oil content and oil quality properties of some grape seeds. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25(3), 163-168.
- Bazurto, R. (2015). *Evaluación de los efectos del aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis), harina de haba (Vicia faba) y proteína de soja (Glycine max) en la obtención de galletas fortificadas, con fines alimentarios.* (Tesis de Pregrado) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/65ebb0b4-51f1-4486-aecf-6a1813aef088/content>
- Berger, K., & Teah, Y. (1988). Palm oil: The Margarine Potential. *Food Manufacture International*, 20-22. <https://doi.org/10.21894/jopr.2017.00014>
- Bernal, C., Ramírez, L., Duarte, P., Guzmán, A., & Acero, J. (2015). Quinoa, *Chenopodium quinoa* (Willd.) en Colombia Caracterización de granulos de almidón nativo de quinoa por IR-ATR, MEB, DRX. *Revista de Investigación*, 8(2), 122-131. <https://doi.org/10.29097/2011-639X.31>
- Bernal, M. (2016). *Efecto del reposo en masa para galletas elaboradas con una mezcla de harina de Trigo y Triticale.* (Tesis de Pregrado) Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias Agrícolas, Toluca. http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/105409/Tesis_Licenciat%20Miguel%20Angel%20Bernal%20Estrada%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Blanco, M., Valentinuzzi, M., Acosta, R., León, A., & Ribotta, P. (2018). Effects of Fat and Sugar on Dough and Biscuit Behaviours and their Relationship to Proton Mobility Characterized by TD-NMR. *Food and Bioprocess Technology*, 11(5), 953-965. <https://doi.org/10.1007/s11947-018-2063-z>
- Bolarinwa, I., Lim, P., & Muhammad, K. (2019). Quality of gluten-free cookies from germinated brown rice flour. *Food Research*, 3(3), 199 - 207. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.3\(3\).228](https://doi.org/10.26656/fr.2017.3(3).228)

- Botella, C., Pérez, J., Sayas, E., Navarro, C., Fernández, J., & Viuda, M. (2023). Healthier Oils: A New Scope in the Development of Functional Meat and Dairy Products: A Review. *Biomolecules*, 13(5), 778. <https://doi.org/10.3390/biom13050778>
- Bravo, G. (2019). *Sustitución de margarina por aceite de ajonjolí y crema de ajonjolí (Sesamum indicum) en la elaboración de galletas*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería de Pesquera y de Alimentos, Callao. <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4517/TESIS%20GLORIA%20BRAVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Butrón, R., Michma, R., Silva, E., Siñani, O., Quispe, F., & Marza, F. (2015). Características de grano relacionados con rendimiento de trigo. *Info INIAF*, 1(6), 68-76. http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-250X2015000200012&lng=en&nrm=iso
- Cabeza, S. (2009). *Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas*. (Tesis de Master) Universidad de Burgos, Departamento de Biotecnología y Ciencia de los alimentos-Facultad de Ciencias. <https://core.ac.uk/download/pdf/61543433.pdf>
- Calaveras, J. (2003). *Tratado de Panificación y Bollería*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Camino, M. (2016). *Reformulación de panes y galletas de masa corta sin gluten: Cambios en la reología de las masas y la calidad de los productos*. (Tesis Doctoral) Universidad de Valladolid, Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, Palencia. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/22459>
- Capurro, J., & Huerta, D. (2016). *Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (Amaranthus caudatus), quinua (Chenopodium quinoa) y maíz (Zea mays)*. (Tesis de Pegrado) Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Nuevo Chimbote, Perú. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-cesar-vallejo/competencia-comunicativa/42894-galletas-a-base-de-kiwicha/37847591>
- Cárdenas, M. (2015). *Determinación de las propiedades de las galletas antes y después de hornear, realizando variaciones en la cantidad de los componentes activos*. (Tesis de Pregrado) Universidad de los Andes. <http://hdl.handle.net/1992/18293>

- Carroll, L. (1990). Stabilizer systems reduce texture problems in multicomponent foods and bakery products. *Food Technology*, 44(4), 94-98.
- Castillo, W., & Paucar, L. (2021). Comportamiento reológico de masas de panificación de harina de trigo sustituidas con harinas de quinua y cañihua germinadas. *INGnosis*, 7(1), 25-33. <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v7i1.2102>
- Cerda, L., Cerda, V., Pilamala, A., Moreno, C., & Pérez, A. (2017). Proteína de harinas de maíz, cebada, quinua, trigo nacional y papa características y funcionalidad como sustitutos de la proteína de harina de trigo importado en la producción de pan y fideos. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 6(3), 201-216. <https://doi.org/10.59410/RACYT-v06n03ep02-0082>
- Chan, J. (2015). *Eficacia antioxidante de los compuestos fenólicos de la mashua (Tropaeolum tuberosum) en la estabilidad del aceite de linaza (Linum usitatissimum L.)*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Industrias Alimentarias, Lima. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1791>
- Chauhan, A., Saxena, D., & Singh, S. (2015). Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus* spp.) flour. *LWT - Food Science and Technology*, 63(2), 939-945. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.115>
- Clayton, M., Carapelli, R., Vergílio, J., Matsushita, M., & Evelázio, N. (2005). Trans fatty acid content of brazilian biscuits. *Food Chemistry*, 93(3), 445-448.
- Codex Alimentarius. (1985). *Norma del CODEX para la harina de trigo*. CXS 152-1985. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B152-1985%252FCXS_152s.pdf
- Coila, R. (2019). *Optimización en la elaboración de galletas utilizando harina de cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) kiwicha (Amaranthus caudatus) y quinua (Chenopodium quinoa Willdenow)*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e74e6ce1-20b8-45ab-9d4d-77a8cfad7b46/content>

- Condori, Y. (2016). *Determinación de parámetros en el proceso de elaboración de hojuelas pre cocidas entre variedades de quinua*. (Tesis de pregrado) Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú.
http://200.121.226.32:8080/bitstream/handle/20.500.12840/648/Yulitza_Tesis_bac_hiller_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Condori, J. (2019). *Evaluación de la influencia de dos métodos directos en la elaboración de pre-pizza con sustitución parcial de quinua (Chenopodium quinoa Wild) variedad Blanca de Juli*. (Tesis de Pregrado) Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Juliaca, Peru.
<https://es.scribd.com/document/484815779/Julia-Tesis-Licenciatura-2019-pdf>
- Cortés, M. (2015). *UF1739: Supervisión y ejecución de técnicas aplicadas a masas*. España: Elearning, S.L. <https://books.google.com.pe/books?id=5cBWDwAAQBAJ&hl=es>
- Crema de castañas. (6 de Abril de 2020). *En Wikipedia, la enciclopedia libre*.
https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Crema_de_casta%C3%B1as&oldid=124940938
- Crisologo, C. (2019). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de cañihua (Chenopodium pallidicaule) y tarwi (Lupinus mutabilis) sobre las características nutricionales y aceptabilidad general de nuggets de hígado de pollo*. (Tesis de Pregrado) Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, Trujillo.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41432/Crisologo_BC_F-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cronquist, A. (1966). *Introducción a la botánica*. México: CECSA.
- Cruz, D., & Mendoza, J. (2015). *Elaboración de galletas con harina de arrocillo (Oryza sativa) y harina de sacha inchi (Plukenetia Volubilis L.), como sustitutos parciales en su formulación*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de ingeniería de procesos, Arequipa, Perú.
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4c1a0c33-1f96-4e4d-b626-94ed269c2d35/content>
- Curasma, J. (2021). *Elaboración de una mezcla instantánea a base de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow), cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen, soya (Glycine max)*

y avena (*Avena sativa*) por método de extrusión. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias. <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3699/TESIS-2021-ING.%20AGROINDUSTRIAL-CURASMA%20CENTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dapčević, T., Torbica, A., & Hadnađev, M. (2013). Influence of buckwheat flour and carboxymethyl cellulose on rheological behaviour and baking performance of gluten-free cookie dough. *Food and Bioprocess Technology*, 6(7), 1770-1781. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0841-6>

Delgado, S., & Neira, A. (2016). *Elaboración, aceptabilidad, propiedades reológicas características fisicoquímicas y valor nutricional del pan enriquecido con harina de tarwi, Arequipa 2016*. (Tesis de grado) Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ciencias Biológicas, Arequipa, Perú. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/639900c3-a632-40f9-ae50-7073e64eea6f/content>

Desamparados, C. (2015). *Evaluación de los cambios estructurales de galletas elaboradas con sustitutos de grasa*. (Tesis de Pregrado) Universidad politécnica de Valencia, Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54180/Embuena%20Candela%20-%20Evaluaci%3bn%20de%20los%20cambios%20estructurales%20de%20galletas%20elaboradas%20con%20sustitutos%20de%20grasa.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Devi, A., & Khatkar, B. (2017). Effects of fatty acids composition and microstructure properties of fats and oils on textural properties of dough and cookie quality. *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 321–330. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2942-8>

Doescher, L., & Hosney, R. (1985). Effect of sugar type and flour moisture on surface cracking of sugar snap cookies. *Cereal Chemistry*, 62(4), 263-266. <https://eurekamag.com/research/005/273/005273541.php>

Domínguez, A., & Jimenez, D. (2017). *Caracterización y estimación de la vida útil del aceite de castaña (*Bertholletia Excelsa*) mediante pruebas aceleradas*. (Tesis de

- Pregrado) Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Nuevo Chimbote, Perú.
<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/2794/42935.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. La Habana, Cuba: Universitaria.
https://www.academia.edu/31142430/Evaluaci%C3%B3n_Sensorial_de_los_Alimentos
- Flecha, M. (2015). *Procesos y técnicas de panificación*.
https://www.academia.edu/30170096/PROCESOS_Y_TECNICAS_DE_PANIFICACION_Manuel_Flecha
- Flores, R., & Pérez, E. (2022). Evaluation of the effect of replacing shortening for sesame paste (*Sesamum indicum*) in nixtamalized maize cookies. *Food Research*, 6(5), 365–369. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(5\).602](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(5).602)
- Gajera, H., Kapopara, M., & Patel, V. (2010). Application of peanut butter to improve fatty acid composition of biscuits. *Journal of Food Science and Technology*, 47(3), 285–289. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0044-y>
- Gallagher, E., O'Brien, C., Scannell, A., & Arendt, E. (2003). Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production. *Journal of Food Engineering*, 56(2-3), 261–263. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00267-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00267-4)
- García, D., Seclen, A., Rengifo, D., Saldaña, R., Dávila, E., & Merino, C. S. (2013). Obtención de lípidos estructurados a partir de mezclas binarias de aceites de castaña (*Bertholletia excelsa*) y sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(4), 42–45. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9563883>
- Ghotra, B., Dyal, S., & Narine, S. (2002). Lipid shortenings: a review. *Food Research International*, 35(10), 1015–1048. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(02\)00163-1](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(02)00163-1)
- Giuffrè, A., Caracciolo, M., Capocasale, M., Zappia, C., & Poiana, M. (2022). Effects of Shortening Replacement with Extra Virgin Olive Oil on the Physical-Chemical-Sensory Properties of Italian Cantuccini Biscuits. *Foods*, 11(3), 299. <https://doi.org/10.3390/foods11030299>

- Greethad, G. (1969). The role of fats in bakery products. *Food Technology in Australia*, 21, 228-230.
- Guzmán, A. (2011). *Perfil lipídico y contenido de ácidos grasos trans en productos ecuatorianos de mayor consumo*. (Tesis de Pregrado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3721/T-PUCE%203366.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hamm, W., & Hamilton, R. (2004). *Edible oil processing*. England: Sheffield Academic Press Ltd.
- Hartnett, D., & Thalheimer, W. (1979). Use of oil in baked products – Part I: background and bread. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 56(12), 944–947. <https://doi.org/10.1007/bf02674139>
- Ho, S., & Pal, S. (2005). Margarine phytosterols decrease the secretion of atherogenic lipoproteins from HepG2 liver and Caco2 intestinal cells. *Atherosclerosis*, 182(1), 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2005.01.031>
- Huamán, D., Toscano, E., Acosta, O., Rojas, D., Inocente, M., Garrido, D., & Guevara, M. (2014). Estudio genotóxico de una bebida experimental de quinua kiwicha y kañiwa. *Revista Peruana de Biología*, 21(3), 251-258. <https://doi.org/10.15381/rpb.v21i3.10899>
- Huerta, J. (2007). *Relación del diámetro de la galleta con las características físicas, químicas y reológicas de la harina suave, fuerte y una mezcla de ambas*. (Tesis de Posgrado) Universidad de Sonora, Sonora. <http://repositorioinstitucional.uson.mx/handle/20.500.12984/144>
- Hussein, J., Olaniyi, J., Msheliza, E., & Kave, S. (2021). Physico-chemical and Sensory Properties of Cookies Produced by Partial Substitution of Margarine with Avocado Pear (Persia americana). *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 13(1), 96-104. <https://doi.org/10.17508/CJFST.2021.13.1.12>
- INDECOPI. (2014). Norma Técnica Peruana. NTP 205. En *Granos Andinos. Quinua. Requisitos*. Lima- Perú

- INDECOPI. (2015). Norma Técnica Peruana. NTP 205.064 . En *Trigo. Harina de trigo para consumo humano. Requisitos* (Segunda ed.). <https://es.scribd.com/document/482864092/NTP-2050642015-TRIGO-Harina-de-trigo-para-consumo-humano-Requisitos>
- Jacob, J., & Leelavathi, K. (2007). Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. *Journal of Food Engineering*, 79(1), 299–305. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.01.058>
- Jimenez, N., & Duque, C. (2018). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum aestivum L.) por harina de castaña (Bertholletia excelsa) en el comportamiento reológico de su masa para la aplicación en la industria de la panificación*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Chimbote. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3172>
- Juárez, S., & Quispe, M. (2016). Aceptabilidad y evaluación proteica de galletas integrales elaboradas con harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), lactosuero y salvado de trigo. *ReNut*, 10(1), 1828-1840. <https://doi.org/10.52099/renut.v10i1.239>
- Kent, N. (1971). *Tecnología de los Cereales*. Zaragoza, España: Acribia.
- Kouhsari, F., Saberi, F., Kowalczewski, P., Lorenzo, J., & Kieliszek, M. (2022). Effect of the various fats on the structural characteristics of the hard dough biscuit. *LWT Food Science and Technology*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113227>
- Kuljanabagavad, T., & Wink, M. (2009). Biological activities and chemistry of saponins from *Chenopodium quinoa* Willd. *Phytochemistry Reviews*, 8(2), 473-490. <https://doi.org/10.1007/s11101-009-9121-0>
- Lascano, A. (2010). *Estudio reológico de mezclas de harinas de cereales: Cebada (Hordeum vulgare), Maiz (Zea mays), Quinoa (Chenopodium quinoa), Trigo (Triticum vulgare) y Tubérculo: Papa (Solanum tuberosum) para orientar su uso en la elaboración de pan y pastas alimenticias*. (Tesis de Pregrado) Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/867/1/AL425%20Ref.%203271.pdf>

- Li, G., & Zhu, F. (2018). Quinoa starch: Structure, properties, and applications. *Carbohydrate Polymers*, *181*(1), 851–861. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.11.067>
- Liendo, M., & Silva, M. (2015). Producto tipo galleta elaborado con mezcla de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan* L.) y almidón de maíz (*Zea mays* L.). *Saber*, *27*(1), 78-86. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622015000100010
- Ligarda, C. (2007). *Comparación de métodos de extracción de fibra soluble e insoluble a partir de salvado de quinua (*chenopodium quinoa* W.) y kañiwa (*chenopodium pallidicaule*)*. (Tesis de Maestría) Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Limachi, I., Farfan, O., Sterner, O., & Giménez, A. (2009). Estudios preliminares e la caracterización química de ácidos grasos del aceite de frutos de *Bertholletia excelsa* por cromatografía de gases. *Biofarbo*, *17*(1), 47-53. http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1813-53632009000100007&lng=pt&nrm=iso
- Linares, E., Huamán, M., & Villafuerte, S. (2020). Desarrollo de la exportacion de castaña pelada de Madre de Dios-Perú al mercado de Estados Unidos. *Kallpay*(3), 139-143. <https://revistas.uandina.edu.pe/index.php/Kallpay/article/view/345>
- Llempen, Y. (2020). *Evaluación del comportamiento reológico de las mezclas de harinas: Trigo (*Triticumvulgare*), chía (*Salvia hispánica*) y quinua (*Chenopodium quinoa willdenow*), para la utilización en productos de panificación*. (Tesis de Pregrado) Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Pimentel. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7329/Llempen%20Cruzado%2c%20Yuliana%20Ekaterina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Llerena, k. (2010). *Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboracion de galletas, para los niños del parvulario de la E.S.P.O.CH*. (Tesis de Pregrado) Escuela Superior de Politecnica de Chimborazo, Facultad Salud Pública "Escuela de Gastronomía", Riobamba-Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1685/1/84T00052.pdf>

- Loli, N., & Vásquez, C. (2015). *Evaluación de las características fisicoquímicas, nutricionales y reológicas de las mezclas de harina de cereales y leguminosa*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Nuevo Chimbote.
<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/1980/30727.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Luna, G. (2021). *Uso de masa fermentada en la elaboración de pan de cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) sin gluten*. (Tesis Doctoral) Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4926/datos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ma, S., Han, W., Li, L., & Wang, X. (2019). Small and large strain rheology of gluten and gluten–starch doughs containing wheat bran dietary fiber. *Journal of the Science Food Agriculture*, 100(1), 177-183. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10012>
- Machuca, M., & Meyhuay, F. (2017). *Evaluación nutricional de galletas dulces con sustitución parcial por harina de arroz (Oryza sativa) y harina de lenteja (Lens culinaris)*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional del Control del Peru, Facultad de Ciencias Aplicadas, Tarma.
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4775/Machuca%20Flores%20-%20Meyhuay%20Soto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Manangón, P. (2014). *Evaluación de siete variedades de trigo (Triticum aestivum L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012*. (Tesis de Pregrado) Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Quito.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6717/1/UPS-YT00040.pdf>
- Manley, D. (1998). *Biscuit, cookie and cracker manufacturing manuals* (Primera ed.). England: Woodhead Publishing Limited. <https://www.amazon.com/Biscuit-Cookie-Cracker-Manufacturing-Manuals/dp/1855732920>
- Manley, D. (2000). *Technology of biscuits, crackers and cookies* (Tercera ed.). Cambridge, United Kingdom: Woodhead Publishing Ltd.
<https://ebin.pub/qdownload/technology-of-biscuits-crackers-and-cookies-3nbsped-9781855735323-1855735326-084930895x-9780849308956-9781855736597.html>

- Manley, D., & Gonzáles, M. (1989). *Tecnología de la industria galletera. Galletas, crackers y otros horneados* (Primera ed.). Zaragoza, España: Acribia.
<http://bibliotecavirtual.unsa.edu.pe:8009/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=704279>
- Manley, D., & Green, G. (1998). *Baking and cooling of biscuits: What happens in a baking oven, types of oven, post-oven processing, cooling, handling, troubleshooting tips*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd.
https://primoa.library.unsw.edu.au/permalink/61UNSW_INST/1m02euc/alma9950758551301731
- Manohar, R., & Rao, P. (1999). Effect of emulsifiers, fat level and type on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. *Journal of the science of food and agriculture*, 79(10), 1223-1231. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(19990715\)79:10<1223::AID-JSFA346>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(19990715)79:10<1223::AID-JSFA346>3.0.CO;2-W)
- Martel, Y. (2023). *Efecto del método de extracción en las características fisicoquímicas y funcionales de almidón de cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen)*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Industrias Alimentarias, Lima.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/6384/martel-aranda-yeferson.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, M., Díaz, Á., & Gómez, M. (2014). Effect of different microstructural features of soluble and insoluble fibres on gluten-free dough rheology and bread-making. *Journal of Food Engineering*, 142, 49-56.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.06.020>
- Masih, S., Iqbal, Z., Arif, A., Rafiq, M., Rasool, G., & Rashid, A. (2014). Effect of linseed oil substitution on physico-chemical properties of cookies. *J. Agric. Res*, 52(3), 425-437.
- Mataix, J., & Gil, Á. (2004). *Libro Blanco de los Omega-3. Los Ácidos Grasos Poliinsaturados Omega 3 y Monoinsaturados Tipo Oleico y su Papel en la Salud*. Madrid, España: Medica Panamericana.
https://books.google.com/cu/books/about/Libro_blanco_de_los_omega_3.html?id=e102JgF1yOUC&hl=es-419

- Matos, A. (2022). *Efecto de la mezcla de trigo (Triticum aestivum), quinoa (Chenopodium quinoa willd) y moringa (Moringa aleifera) en las características fisicoquímicas, funcionales y organolépticas en la producción de galletas fortificadas*. (Tesis Doctoral) Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/8507/TDr.MADS00062M28.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Méndez, V. (2018). *Comparación de cuatro líneas de trigo con harinas comerciales en relación a su perfil de textura, tiempo de amasado y volumen en fermentación*. (Tesis de Licenciatura) Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias Agrícolas, Toluca. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/95075>
- MINAGRI. (2020). *Consumo de granos en el Perú*. Perú: Redagrícola. <https://redagricola.com/peru-consumo-granos-andinos-llega-2-kilos-per-capita-anual/#:~:text=El%20Ministerio%20de%20Agricultura%20y,los%203.5%20kilos%20por%20persona.>
- Mínguez, J. (2012). *Caracterización de la harina de Teff para su uso en la panificación*. (Tesis de Maestría) Universidad de Valladolid, Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/2030/TFM-L%2029.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MINSA. (2010). *Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería RM N° 1020-2010 / MINSA*. Lima: Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/norma%20de%20panaderias.pdf>
- Montes, R. (2014). *Determinación de las características nutricionales y organolépticas de galletas enriquecidas con harina de trigo (Triticum aestivum L.) y harina de haba (Vicia faba L.)*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, Acobamba. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c6256ce6-c06b-4f4d-b1c8-a24fb06fda9e/content>
- Moreiras, O., Carbajal, Á., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (2013). *Tablas de composición de alimentos* (16° ed.). Madrid, España: Pirámide.

https://catedraalimentacioninstitucional.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/09/3-1-tablas_de_composicion_de_alimentos.pdf

- Morones, P. (2012). *Efecto de la sustitución de galletas de avena con harina de lenteja y aceite de linaza y su impacto en la vida de anaquel*. (Tesis de Maestría) Universidad Nacional de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Nuevo León, México. <http://eprints.uanl.mx/3089/1/1080227471.pdf>
- Muro, L. (2008). *Determinación de los parámetros tecnológicos en la elaboración de galletas con harina de Kiwicha (Amaranthus Caudatus)*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tacna. <https://es.scribd.com/document/180411912/Tesis-Determinacion-de-Parametros-Tecnologicos-en-Elaboracion-de-Galletas-de-Kiwicha>
- Nemeth, L., Williams, P., & Bushuk, W. (1994). A comparative study of the quality of soft wheats from Canadá, Ausatralia and United states. *Cereal Food World*, 39(9), 691-700. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19941612104>
- Nina, A. (2014). *Comportamiento agronómico de diez accesiones de cañihua (Chenopodium pallidicaule aellen) en zonas áridas*. (Tesis de Pregrado) Universidad de San Agustín de Arequipa, Facultad de Agronomía, Arequipa, Perú. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/09a098d8-4a09-4089-8c92-cf6b432906cd/content>
- Nitzke, J., & Silveira, R. (2005). *Instituto de ciencia y tecnología de alimentos-ICTA. Ingeniería de alimentos. Procesamiento de alimentos de origen vegetal*. (Tesis de posgrado) Universidad federal de Rio Grande, Río Grande.
- Nor, I., & Miskandar, M. (2007). Utilization of palm oil and palm products in shortenings and margarines. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(4), 422-432. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600232>
- NTC. (2007). *Productos de Molinería. Galletas*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). <https://es.slideshare.net/slideshow/ntc1241galletas/10552902>
- Núñez, D. (2009). *Estudio de la factibilidad técnica y económica de una sustitución parcial de harina de trigo por harina de otros cereales aplicado a la industria galletera*.

(Tesis de Pregrado) Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/31767/D-79113.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

O'Donnell, K. (2016). *Manual de Producción de Panadería*. Xlibris.
<https://books.google.com.pe/books?id=ZloaDAAAQBAJ&pg=PT134&dq=las+masas+elasticas+requieren&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjnst7xqMz5AhWHGrkGHaaRB6kQ6AF6BAgHEAI>

OMS. (2018). *Organización mundial de la Salud. Enfermedades no transmisibles: Perfiles de países*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2216-0973202000020030400003&lng=en

OPS. (2017). *Health in the Americas+, 2017 Edition. Summary: Regional Outlook and Country Profiles*. Washington D.C., EE.UU: Scientific and Technical Publication.
<https://iris.paho.org/handle/10665.2/34321>

Othman, N., Abdul, M., Harith, S., & Wan, W. (2018). Influence of Avocado Purée as a Fat Replacer on Nutritional, Fatty Acid, and Organoleptic Properties of Low-Fat Muffins. *Journal of the American College of Nutrition*, 37(7), 583-588.
<https://doi.org/10.1080/07315724.2018.1451408>

Öztürk, S., Özboy, Ö., Cavidoğlu, I., & Köksel, H. (2012). Effects of Brewed's spent Grain on the Quality and Dietary fibre Content of Cookies. *Journal of the Institute of Brewing*, 108(1), 23-27. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2002.tb00116.x>

Pachas, F., Guerra, P., & Reyes, V. (2004). *Elaboración y comercialización de aceite de castaña "El castañal"*. (Proyecto de Inversión) Universidad San Ignacio de Loyola, Facultad de Hotelería y Marketing, Lima.
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4f631fb3-cf74-4c07-abad-47720cbfe491/content>

Palma, M., & Soledispa, G. (2018). *Efecto de la harina de papa oca en diferentes niveles en la capacidad higroscópica en una galleta dulce*. (Tesis de Pregrado) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta.
<https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/789/1/TAI137.pdf>

- Pamplona, J. (1998). *Nuevo estilo de vida: Alimentos que curan y previenen* (Primera ed.). Madrid, Aravaca: Safeliz.
<https://doi.org/https://books.google.com.gi/books?id=WuKsczH0A7wC&printsec=frontcover&hl=es>
- Park, S., & Morita, N. (2005). Dough and Breadmaking Properties of Wheat Flour Substituted by 10% with Germinated Quinoa Flour. *Food Science and Technology International*, 11(6), 471-476. <https://doi.org/10.1177/1082013205060766>
- Pedrosa, M., & El-Dash, A. (2006). Farinha extrusada de arroz como substituto de glúten na produção de pão de arroz. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 56(3), 288-298. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222006000300013&lng=es&tlng=.
- Pineda, S. (2013). *Utilización de harina de malanga (Xanthosoma sagittifolium) en la obtención de productos de panificación*. (Tesis de Pregrado) Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.
- Ponce, J., Málaga, J., Huamani, A., & Chuqui, S. (2016). Optimización de la concentración de la α -amilasa y lactosuero en el mejoramiento de las características tecnológicas, nutricionales y sensoriales del pan francés. *Agroindustrial Science*, 6(2), 185-194. <https://doi.org/10.17268/agroind.science.2016.02.03>
- Porras, M., Blanco, T., Muñoz, A., Serván, K., & Ortiz, C. (2006). Efecto de una dieta a base de harina tostada de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) sobre el perfil lipídico en ratas albinas destetadas. *Horizonte Médico*, 6(1), 36-44. <https://doi.org/10.24265/horizmed.2006.v6n1.05>
- Pumacahua, A., & Limaylla, K. (2010). *Elaboración y evaluación sensorial de una galleta enriquecida a base de harina de trigo (Triticum durum), quinua (Chenopodium quinoa Willd) y cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen), bañada con chocolate*. (Proyecto de Investigación) Universidad Peruana Unión, Ingeniería de Alimentos, Puno. <https://es.slideshare.net/slideshow/9-pumacahua-r-augusto-elaboracin-y-evaluacin-sensorial-de-una-galleta-enriquecida/3717154>
- Quaglia, G. (1991). *Ciencia y Tecnología de la Panificación* (Primera ed.). (Acribia, Ed.) Ilustrada. <https://www.iberlibro.com/servlet/BookDetailsPL?bi=31008616392>

- Quintero, R. (2016). *Club de repostería*.
https://clubdereposteria.com/apelmazada/#google_vignette
- Rangrej, V., Shah, V., Patel, J., & Ganorkar, P. (2014). Effect of shortening replacement with flaxseed oil on physical, sensory, fatty acid and storage characteristics of cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 3694–3700.
<https://doi.org/10.1007/s13197-014-1430-7>
- Repo-Carrasco, R; Espinoza, C; Jacobsen, S. (2003). Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19(1-2), 179-189.
<https://doi.org/10.1081/fri-120018884>
- Reyes, M., Gómez, I., Espinoza, C., Bravo, F., & Ganoza, L. (2009). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. Lima, Perú: Ministerio de Salud.
https://doi.org/http://bvs.minsa.gob.pe/local/INS/843_MS-INS77.pdf
- Rodríguez-Cruz, M., Tovar, A., del Prado, M., & Torres, N. (2005). Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. *Revista de Investigación Clínica*, 57(3), 457-472.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-83762005000300010&lng=es&tlng=es
- Rojas, J. (2019). *Evaluación de los niveles de acrilamida en los alimentos elaborados a temperaturas altas en la ciudad de huánuco*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional "Hermilio Valdizan"- Huánuco, Facultad de Ciencias Agrarias, Huánuco.
<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/5638/TAI00161R78.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Ronda, F., Gómez, M., Blanco, C., & Caballero, P. (2005). Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90(4), 549-555. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.05.023>
- Ros, E., & Mataix, J. (2006). Fatty acid composition of nuts - implications for cardiovascular health. *British Journal of Nutrition*, 96(2), 29-35.
<https://doi.org/10.1017/bjn20061861>
- Rosales, E. (2016). *Consumo de granos andinos en adolescentes de dos instituciones educativas estatales según área de residencia, provincia de Huancayo, Junín*. (Tesis

- de Pregrado) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Lima. <https://core.ac.uk/download/pdf/323350791.pdf>
- Rosell, C., Cortez, G., & Repo-Carrasco, R. (2009). Breadmaking Use of Andean Crops Quinoa, Kañiwa, Kiwicha, and Tarwi. *Cereal Chemistry*, 86(4), 386-392. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-86-4-0386>
- Rosell, C., Rojas, J., & Benedito de Barber, C. (2001). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 15(1), 75-81. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(00\)00054-0](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(00)00054-0)
- Ruiz, J., Priego, F., & Luque de Castro, M. (2004). Identification and quantification of trans fatty acids in bakery products by gas chromatography–mass spectrometry after dynamic ultrasound-assisted extraction. *Journal of chromatography A*, 1045(1-2), 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.06.050>
- Sabanis, D., Lebesi, D., & Tzia, C. (2009). Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. *LWT - Food Science and Technology*, 42(8), 1380-1389. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.03.010>
- Salvatierra, Y., Azorza, M., & Paucar, L. (2019). Optimización de las características nutricionales, texturales y sensoriales de cookies enriquecidas con chíá (*Salvia hispánica*) y aceite extraído de tarwi (*Lupinus mutabilis*). *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 7-17. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.01>
- Sciarini, L., Van, F., Nusantoro, B., Pérez, G., & Dewettinck, K. (2013). Properties of sugar-snap cookies as influenced by lauric-based shortenings. *Journal of Cereal Science*, 58(2), 234-240. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.07.005>
- Shukla, T. (1995). Problems in fat-free and sugarless baking. *Cereal Foods World*, 40(1), 159-160.
- Símpalo, W. (2022). *Desarrollo de productos de panificación saludables con alto contenido de compuestos bioactivos y actividad antioxidante a partir de la harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y cañihua (*Chenopodium Pallidicaule*) germinados*. (Tesis Doctoral) Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/4100/52574.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Singh, M., & Khatkar, B. (2005). Structural and functional properties of wheat storage proteins: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 42(6), 455-471. https://www.researchgate.net/publication/283158691_Structural_and_functional_properties_of_wheat_storage_proteins_A_review
- Smith, W. (2008). Nutritionally essential fatty acids and biologically indispensable cyclooxygenases. *Trends in Biochemical Sciences*, 33(1), 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2007.09.013>
- Soler, N., Castillo, O., Rodríguez, G., Perales, A., & Gonzáles, A. (2017). Análisis proximal de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol. *Archivos Latinoamericanos De Nutrición (ALAN)*, 67(3), 227–234. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/3/art-8/>
- Song, Y., & Zheng, Q. (2008). Influence of gliadin removal on strain hardening of hydrated wheat gluten during equibiaxial extensional deformation. *Journal of Cereal Science*, 48(1), 58-67. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.08.001>
- Sosa ingredientes S.L. (2018). *Marron paste mont blanc sosa*. https://www.sumalisa.com/FTP/pdfs/11418P196244_PURE_MARRON.pdf
- Souza, M., & Menezes, H. (2004). Processamentos de amêndoa e torta de castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. *Food Sci. Technol*, 24(1), 120-128. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000100022>
- Sung, W., & Lin, Y. (2017). Qualities of Cookie Made With Beeswax-Coconut Oil Organogels as Replacement for Shortening. *Journal of Food and Nutrition Research*, 5(9), 697-707. <https://doi.org/10.12691/jfnr-5-9-10>
- Švec, I., Hrušková, M., Kapačinskaitė, R., & Hofmanová, T. (2019). Influence of Canahua and Quinoa Wholemeals on Properties of Non-fermented Wheat Dough. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 50(4), 228–235. <https://doi.org/10.2478/sab-2019-0031>
- Takeuchi, K., & Egea, M. (2019). Bioactive Compounds of the Brazil Nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.): Nutritional and Health Aspects. *Reference Series in Phytochemistry*. Springer, Cham, 1-15. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-06120-3_15-1

- Talens, P. (2020). *Determinación experimental de densidad y porosidad en alimentos sólidos y líquidos*. Universitat Politècnica de València, Tecnología de Alimentos. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/144736/talens%20-%20determinaci%C3%B3n%20experimental%20de%20densidad%20y%20porosidad%20en%20alimentos%20s%C3%B3lidos%20y%20l%C3%ADquidos.pdf?sequence=1>
- Tarancón, P. (2013). *Influencia de la grasa en las propiedades físicas y sensoriales de galletas. Alternativas para la mejora del perfil de ácidos grasos*. (Tesis Doctoral) Universitat Politècnica de Valencia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Valencia. <https://web.archive.org/web/20180722141120/https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/31652/tesis%20versi%C3%B3n%203%20P.%20Taranc%C3%B3n.pdf;jsessionid=CFC77E8007E0030C32FC7E2F384239F9?sequence=1>
- Tavani, A., Negri, E., D'Avanzo, B., & La Vecchia, C. (1997). Margarine intake and risk of nonfatal acute myocardial infarction in Italian women. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51(1), 30-32. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600356>
- Thomson, C. (2011). Chapter 29 - Brazil Nuts (*Bertholletia excelsa*): Improved Selenium Status and Other Health Benefits. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, 245-252. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10029-5>
- Ureña, M., D'Arrigo, M., & Girón, O. (1999). *Evaluación sensorial de los alimentos: Aplicación didáctica* (1ra ed.). Agraria. <https://www.biblioteca.une.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=26162>
- USDA. (2015). United States Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference Release. *Basic Reports*, 34-40.
- Vasconcelos, R. (2016). *Estudo da influência do tempo e da temperatura no fornecimento de biscoitos*. (Tesis de Pregrado) Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia de Alimentos, Joao Pessoa - PB. <https://www.ufpb.br/ccea/contents/documentos/downloads-tcc/estudo-da-influencia-do-tempo-e-da-temperatura-no-forneamento-de-biscoitos-rennan-de-vasconcelos-correia-2016.pdf>

- Vasquez, I. (2015). *Comprobación de la vida de anaquel de galletas marca "Marquesitas" elaboradas por Alicorp SAA por comparación con la Norma Técnica Sanitaria N° 088-MINSA/DIGESA. V01.* (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de Piura, Piura. <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/405/AGR-VAS-ANC-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vázquez, D. (2009). *Aptitud Industrial del Trigo*. Montevideo, Uruguay: Editorial Hemisferio Sur. <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429130709133540.pdf>
- Velásquez, G. (2006). *Fundamentos de alimentación saludable*. Antioquia: Universidad de Antioquia. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/nutricion/article/viewFile/17871/15357>
- Venkatachalam, M., & Sathe, S. (2006). Chemical composition of selected edible nut seeds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(13), 4705-4714. <https://doi.org/10.1021/jf0606959>
- Villagómez, A., & Vázquez, L. (2016). Diferentes Grasas Comerciales en Galletas. *Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa División CBS*, 1(2), 83-88. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/1/16.pdf>
- Wade, P. (1988). *Preparation of biscuit doughs*. In: *Biscuits, Cookies and crackers. The principles of the craft*. Elsevier Applied Science. <https://doi.org/10.1002/star.19890411013>
- Wahli, C. (1990). *Quinua: hacia su cultivo comercial* (Primera ed.). Quito, Ecuador: Latinreco S.A. https://hugepdf.com/download/download-hacia-su-cultivo-comercial_pdf
- Wekwete, B., & Navder, K. (2008). Effects of avocado fruit puree and oatrim as fat replacers on the physical, textural and sensory properties of oatmeal cookies. *Journal of Food Quality*, 31(2), 131-141. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2008.00191.x>
- Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 24(2), 115-119. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.004>

- Yuquilema, D. (2017). *Utilización de harina de sangorache (Amaranthus Quitensis L.) mediante la aplicación en productos de panificación*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Riobamba. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4049/1/UNACH-EC-ING-AGRO-2017-0003.pdf>
- Zouari, R., Besbes, S., Ellouze, S., & Ghribi, D. (2016). Cookies from composite wheat–sesame peels flours: Dough quality and effect of *Bacillus subtilis* SPB1 biosurfactant addition. *Food Chemistry*, *194*(1), 758-769. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.064>
- Zoulias, E., Oreopoulou, V., & Tzia, C. (2000). Effect of fat mimetics on physical, textural and sensory properties of cookies. *International Journal of Food Properties*, *3*(3), 385-397. <https://doi.org/10.1080/10942910009524643>
- Zúñiga, I. (2020). *Introducción a la Química de los Sistemas Biológicos: Lípidos*. Facultad de Ciencias Médicas. <https://filadd.com/doc/guia-13-quimica-pdf-introduccion-a-la-quimica-de>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.

“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE MARGARINA POR ACEITE Y CREMA DE CASTAÑA (<i>Bertholletia excelsa</i>) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS NUTRITIVAS UTILIZANDO HARINA DE TRIGO (<i>Triticum aestivum</i>), CAÑIHUA (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) Y QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i> Willdenow)”								
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		INDICADORES	DIMENSIONES / VALORES ESCALARES	MARCO TEÓRICO	DISEÑO ESTADÍSTICO
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general						
¿Cuál será el efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña sobre las características reológicas de la masa, físicas, fisicoquímicas, rendimiento, textura y de aceptabilidad en la elaboración de galletas nutritivas utilizando harina de trigo, cañihua y quinua?	Evaluar el efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña sobre las características reológicas de la masa, físicas, fisicoquímicas, rendimiento, textura y de aceptabilidad en la elaboración de galletas nutritivas utilizando harina de trigo, cañihua y quinua.	La sustitución de margarina por aceite y crema de castaña influye significativamente sobre las características reológicas de la masa, físicas, fisicoquímicas, rendimiento, textura y de aceptabilidad en la elaboración de galletas nutritivas utilizando harina de trigo, cañihua y quinua.						
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variables Independientes y dependientes					
¿Cuál será la formulación óptima de las mezclas de harina de trigo, cañihua y quinua en función al comportamiento reológico de la masa (consistencia de la masa, tiempo de estabilidad,	Determinar la formulación óptima de las mezclas de harina de trigo, cañihua y quinua en función al comportamiento reológico de la masa (consistencia de la	El porcentaje óptimo de las mezclas de harina de trigo, cañihua y quinua dependen del comportamiento reológico de la masa (consistencia de la masa, tiempo de estabilidad, extensibilidad, resistencia a	V.I.	- Harina de cañihua - Harina de quinua	%	Cantidad de harina	Los granos andinos como quinua y cañihua tienen alto contenido de proteínas cuya calidad	

<p>extensibilidad, resistencia a la extensión y absorción de agua)?</p>	<p>masa, tiempo de estabilidad, extensibilidad, resistencia a la extensión y absorción de agua).</p>	<p>la extensión y absorción de agua).</p>	<p>V.D.</p>	<p>Comportamiento reológico de la masa</p>			<p>y cantidad de aminoácidos es superior a la del trigo.</p>	<p>Diseño central compuesto (DCC)</p>
					%	Absorción de agua.		
					FE	Consistencia de la masa.		
					mm:ss	Tiempo de estabilidad		
					BU	Resistencia a la extensión.		
					mm	Extensibilidad		
<p>¿Cuál será el efecto de la sustitución de aceite y crema de castaña en función a las características físicas (coeficiente de excentricidad, coeficiente de dilatación, espesor, peso y volumen), fisicoquímicas (Índice de peróxido, acidez, humedad, cenizas totales y proteínas) y</p>	<p>Evaluar el efecto de la sustitución de aceite y crema de castaña en función a las características físicas (coeficiente de excentricidad, coeficiente de dilatación, espesor, peso y volumen), fisicoquímicas (Índice de peróxido, acidez, humedad, cenizas</p>	<p>Los tratamientos con mayor porcentaje de aceite y crema de castaña presentan mejores características físicas (coeficiente de excentricidad, coeficiente de dilatación, espesor, peso y volumen), fisicoquímicas (Índice de peróxido, acidez, humedad, cenizas totales y proteínas) y rendimiento en la formulación optima de</p>	<p>V.I.</p>	<p>- Aceite de castaña - Crema de castaña</p>	<p>%</p>	<p>Cantidad de aceite y crema de castaña</p>	<p>El aceite de castaña es una fuente de omega 6 y 9. La crema de castaña se trata de una pasta dulce de consistencia similar a una mermelada elaborada</p>	

rendimiento en la formulación óptima de la galleta nutritiva utilizando harina de trigo, cañihua y quinua?	totales y proteínas) y rendimiento en la formulación óptima de la galleta nutritiva utilizando harina de trigo, cañihua y quinua.	las galletas nutritivas utilizando harina de trigo, cañihua y quinua.	V.D.				con pulpa de castañas	Diseño central compuesto (DCC)				
									Características fisicoquímicas	%	Humedad	Comprende la determinación de los porcentajes de humedad, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos solubles y proteína en los alimentos.
										%	Acidez Titulable	
										%	Cenizas Totales	
										mg/kg	Índice de peróxido	
									Características físicas	Adimensional	Coefficiente de excentricidad	
										Adimensional	Coefficiente de dilatación	
										mm	Espesor	
										g	Peso	
										cm ³	Volumen.	
Rendimiento	%	Cantidad de galletas										
¿Cuál será el efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña en función a la textura (dureza y fracturabilidad) de las galletas utilizando el texturómetro?	Evaluar el efecto de la sustitución de margarina por aceite y crema de castaña en función a la textura (dureza y fracturabilidad) de las galletas.	Las galletas con menor porcentaje de sustitución de margarina por aceite y crema de castaña presentan mejores características en cuanto a la textura (dureza y fracturabilidad) de las galletas.	V.I.	- Aceite de castaña - Crema de castaña	%	Cantidad de aceite y crema de castaña	El aceite de castaña es una fuente de omega 6 y 9. La crema de castaña se trata de una pasta dulce					

	galletas utilizando el texturómetro.						de consistencia similar a una mermelada elaborada con pulpa de castañas	Diseño central compuesto (DCC)
			V.D.	Textura	N	Dureza	La textura se define como el conjunto de percepciones que permiten evaluar las características físicas de un alimento.	
					N	Fracturabilidad		
¿Cuál será la aceptabilidad de las galletas utilizando la mezcla óptima de la harina de trigo, cañihua y quinua con diferentes porcentajes de sustitución de margarina por aceite y crema de castaña?	Evaluar la aceptabilidad de las galletas utilizando la mezcla óptima de la harina de trigo, cañihua y quinua con diferentes porcentajes de sustitución de margarina por aceite y crema de castaña.	La formulación óptima de la mezcla utilizando harina de trigo, cañihua y quinua con menor porcentaje de sustitución de margarina por aceite y crema de castaña serán los más aceptables con respecto al análisis sensorial (color, olor, sabor, textura y apariencia general).	V.I.	Porcentaje de aceite y crema de castaña	%	Cantidad de aceite y crema de castaña	El aceite de castaña es una fuente de omega 6 y 9. La crema de castaña se trata de una pasta dulce de consistencia similar a una mermelada elaborada con pulpa de castañas	Diseño en Bloques Completamente al azar (DBCA)

			V.D.	Aceptabilidad	Escala: (1-5)	Características sensoriales	Sensación percibida a través de los sentidos y es el grado de satisfacción de un producto.	
--	--	--	------	---------------	------------------	--------------------------------	---	--

Anexo 2: Formulaciones para la elaboración de galletas nutritivas con sustitución de margarina por aceite de castaña y crema de castaña.

N°	HT (%)	HC (%)	HQ (%)	AC (%)	CC (%)	MAR (%)	AZU (%)	PH (%)	BS (%)	SAL (%)
T1	65.00	25.00	10.00	25.00	25.00	50.00	40.00	1.00	1.00	1.00
T2	65.00	25.00	10.00	50.00	25.00	25.00	40.00	1.00	1.00	1.00
T3	65.00	25.00	10.00	25.00	50.00	25.00	40.00	1.00	1.00	1.00
T4	65.00	25.00	10.00	50.00	50.00	0.00	40.00	1.00	1.00	1.00
T5	65.00	25.00	10.00	19.82	37.50	42.68	40.00	1.00	1.00	1.00
T6	65.00	25.00	10.00	55.18	37.50	7.32	40.00	1.00	1.00	1.00
T7	65.00	25.00	10.00	37.50	19.82	42.68	40.00	1.00	1.00	1.00
T8	65.00	25.00	10.00	37.50	55.18	7.32	40.00	1.00	1.00	1.00
T9	65.00	25.00	10.00	37.50	37.50	25.00	40.00	1.00	1.00	1.00
T10	65.00	25.00	10.00	37.50	37.50	25.00	40.00	1.00	1.00	1.00
T11	65.00	25.00	10.00	37.50	37.50	25.00	40.00	1.00	1.00	1.00
T12	65.00	25.00	10.00	37.50	37.50	25.00	40.00	1.00	1.00	1.00
T13	65.00	25.00	10.00	37.50	37.50	25.00	40.00	1.00	1.00	1.00

Nota: HT: Harina de trigo; HC: Harina de cañihua; HQ: Harina de quinua; AC: Aceite de castaña; CC: Crema de castaña; MAR: Margarina; AZU: Azúcar; PH: Polvo de Hornear; BS: Bicarbonato de Sodio; SAL: Cloruro de sodio.

Anexo 3: Determinación del Análisis farinográfico.

La capacidad de absorción de agua y las propiedades de la mezcla a base de harina de trigo se determina por farinógrafo Brabender, según el método AACC 300. Los parámetros a evaluar a partir del farinograma son: absorción de agua, consistencia y tiempo de estabilidad de la masa.

Procedimiento

1. Primeramente, se determina la humedad de las harinas.
2. Calibrar el sistema del equipo a las condiciones del método (a una temperatura de 30°C).
3. Pesar en función a la humedad, máximo 300 gr de muestra.
4. Insertar los datos en el equipo, luego presionar el botón (start)
5. Agregar la harina en el mixer

6. La mezcla se realizará automáticamente
7. dosificar el agua de acuerdo a la cantidad requerida, el cual estará a una temperatura de 30°C.
8. Se procede al amasado de la mezcla en un tiempo de 10 min.
9. Una vez finalizado el tiempo de amasado, se presiona la tecla (stop).
10. Finalmente, el software nos muestra los resultados y los gráficos en el ordenador.

Anexo 4: Determinación del Análisis extensográfico.

Las propiedades de las mezclas a base de harina de trigo se determinan de acuerdo con el método de la AACCC 54-10 (1995), utilizando el extensógrafo Brabender. Los parámetros a evaluar fueron: extensibilidad, resistencia a la extensión y energía.

Procedimiento:

1. Pesar 300 gr de masa luego dividir en dos partes iguales 150 gr para cada muestra.
2. Proceder al boleado de la masa.
3. Colocar en la chapa alimentadora la masa, luego pasar la masa por el rodillo.
4. Inmediato después de quedar formado, colocar la masa en el centro de las tandas.
5. Colocar la masa a las cámaras de fermentación.
6. Cerrar el cajón de gabinete de fermentación
7. Programar el método para tomar tres lecturas a los 30, 60 y 90 min e iniciar.
8. Una vez culminado el tiempo de fermentación, se coloca en el soporte de la bandeja de masa.
9. Luego iniciar con la medición hasta que la masa se estira hasta romperse. Una vez culminado la prueba presionar la tecla stop.
11. Finalmente, el software nos muestra los resultados y los gráficos en el ordenador.

Anexo 5: Determinación de Humedad.

Preparación de la muestra

En productos secos (con menos de 16% de humedad) tales como galletas, fideos pastas secas.

1. Se inicia de una muestra específico de por lo menos 100 g.
2. Triturar la muestra, hasta que el producto pase por el tamiz N° 18 (1 mm).
3. Primero homogenizar la muestra para la prueba.

Procedimiento

1. En la capsula o placa Petri previamente tarado a la vez con la tapa, pesar de 3 g. a 5 g de la muestra elaborada, con aproximación a la cuarta cifra decimal.
2. Poner las muestras regulada en la estufa a 105 °C (más menos 2 °C) durante 2 h.
3. Antes de sacar la muestra de la estufa, cerrar la capsula o placa petri, y poner en un desecador hasta temperatura ambiente.
4. Evaluar con exactitud el peso de la cápsula o placa petri conteniendo con la muestra seca (m1).

Expresión de resultados

Método de cálculo y fórmula para determinar la humedad en galletas

En productos secos se hacen los cálculos expresándose en g/100 g.

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

Donde:

H = Humedad en g/100 g.

m = Masa, en gramos de la muestra original.

m1 = Masa, en gramos de la muestra seca.

Anexo 6: *Determinación de Acidez Titulable.*

1. Preparación de la muestra

En productos secos (con menos de 16% de humedad) tales como galletas, fideos pastas secas.

- 1.1. Se inicia de una muestra específica de por lo menos 100 g.
- 1.2. Se tritura la muestra, hasta que el producto pase por el tamiz N° 40 (0.420 mm).
- 1.3. Antes de tomar la muestra para el ensayo se mezcla.

2. Procedimiento

Determinación de la acidez en galletas

A 5 g. de la muestra elaborada se le adiciona 50 cm³ alcohol neutralizado al 50%.

Se remueve eventualmente cada 10 min durante 3 h.

Se filtra y del filtrado se toma 10 cm³ que se pone en un Erlenmeyer con dos o tres gotas de fenolftaleína.

Se comienza a titular con NaOH 0.02N hasta color rosado suave, que perdure 30 seg y se registra el volumen gastado

3. Expresión de resultados

Método de cálculo y fórmula para determinar la acidez en galletas

3.1. La acidez como porcentaje de ácido láctico es igual a:

$$H = \frac{V \times N \times 50 \times 0.090 \times 100}{10 \times m}$$

Donde:

H = porcentaje de ácido láctico

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio o hidróxido de potasio, empleado en cm^3

N = normalidad del álcali.

50 = volumen de alcohol neutralizado agregado a la muestra, en cm^3 .

0.090 = mili-equivalente del ácido láctico.

m = masa de la muestra en gramos

10 = alícuota

NOTA: cuando se requiera la acidez como porcentaje de ácido sulfúrico el mili-equivalente de esta es 0.049.

Anexo 7: Determinación de Cenizas Totales.

Procedimiento:

- Poner los crisoles correctamente limpios en la mufla a una temperatura de 600 °C (con el objetivo de quemar todo el material inorgánico) durante 1 hora.
- Luego pasar los crisoles a la mufla y de inmediato pesar la muestra para prevenir la absorción de la humedad. (AOAC, 2002).

La fórmula empleada para determinar el porcentaje de ceniza es la siguiente:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso de la ceniza}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

Anexo 8: *Determinación del Índice de peróxido.*

Preparación de la muestra:

- Se inicia de una muestra específica de por lo menos 100 gr.
- Se tritura la muestra, hasta que el producto pase por el tamiz N° 18 (1 mm).
- Antes de tomar la muestra para el ensayo se le mezcla.

Procedimiento:

- Se tara el Erlenmeyer
- En un vaso de 100 cm³ se pone una masa (equivalente a 3 o 4 galletas) de la muestra preparada. Se añade éter de petróleo y se remueve con una varilla durante 3 minutos aproximadamente.
- Se filtra sobre el papel de filtro, en Erlenmeyer tarado.
- Se agrega 30 cm³ de la solución acética cloroformo y se remueve hasta que se disuelva la grasa.
- Se agrega 30 cm³ de la solución saturada de ioduro de potasio con pipeta volumétrica y se remueve exactamente un minuto.
- Se agrega 30 cm³ de agua destilada y luego se mueve.
- Se titula con la solución 0.01 N de tiosulfato de sodio hasta color amarillo. Se agrega 0.5 cm³ de solución indicadora de almidón y se prosigue la valoración hasta desaparición del color azul del almidón.
- Se recorre en blanco con los reactivos, este volumen gastado se resta del gasto en la muestra.

Método de cálculo y fórmula:

Se realizan los cálculos expresando el resultado en miliequivalentes por kilogramo de grasa:

$$me = \frac{(A - a)N}{m} * 1000$$

Donde:

Me = miliequivalentes por kilogramo de grasa (me/kg).

A = Volumen de tiosulfato gastados, para titular la muestra, en cm³.

a = Volumen de tiosulfato gastados, para titular el blanco, en cm³.

N = Normalidad del tiosulfato.

m = Masa de la muestra, en gramos.

Anexo 9: Determinación de proteína total.

Procedimiento para la obtención de proteína

- Primeramente, pesar 0.2 – 0.3 gramos de muestra, luego añadir 1 gramo de catalizador de oxidación (Mezcla de sulfato de potasio y sulfato de cobre) para apresurar la reacción, limpiar con un poco de agua el cuello del balón de digestión, añadir 2.5 ml de ácido sulfúrico y poner el balón en la cocina de digestión. La digestión finaliza cuando el contenido del balón es totalmente cristalino.
- Poner la muestra digerida en el aparato de destilación, añadir 5 ml de hidróxido de sodio concentrado y de inmediato poner el vapor para que se origine la destilación. Conectar el refrigerante y recibir el destilado en un Erlenmeyer contenido de 5 ml de la mezcla de ácido bórico más indicadores de PH. La destilación finaliza cuando ya no pasa amoniaco y hay viraje del indicador. Luego se prosigue a la titulación de ácido clorhídrico valoradas aproximadamente (0.05 N). registrar el gasto.

Cálculo:

La cantidad de nitrógeno de la muestra se obtiene por la siguiente formula:

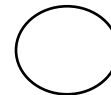
$$\% \text{ NITRÓGENO} = \frac{\text{ml de HCl} * \text{Normalidad} * \text{Meq de N}_2 * 100}{\text{Gramos de muestra}}$$

Para obtener la cantidad de proteína total, se multiplica por el factor de 6.25 %

$$\% \text{ de Proteina} = \% \text{ de Nitrogeno} * 6.25$$

Anexo 10: Cartilla de evaluación sensorial- Escala Hedónica

CARTILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL – ESCALA HEDÓNICA



Nombre: _____ Fecha _____

Edad _____

Producto: Galletas nutritivas a base de harina de trigo, cañihua y quinua con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña

Pruebe por favor las muestras en orden que le da e identifique su nivel de agrado en cuanto a los atributos presentados de acuerdo con la siguiente escala.

7 Me gusta mucho

3 Me disgusta poco

6 Me gusta

2 Me disgusta

5 Me gusta poco

1 Me disgusta mucho

4 No me gusta ni me disgusta

MUESTRA	CALIFICACIÓN				
	COLOR	SABOR	OLOR	TEXTUTA	APARIENCIA GENERAL
T1					
T2					
T3					
T4					
T5					
T6					
T7					
T8					
T9					
T10					
T11					
T12					
T13					
Galleta Testigo					

Comentarios:

.....

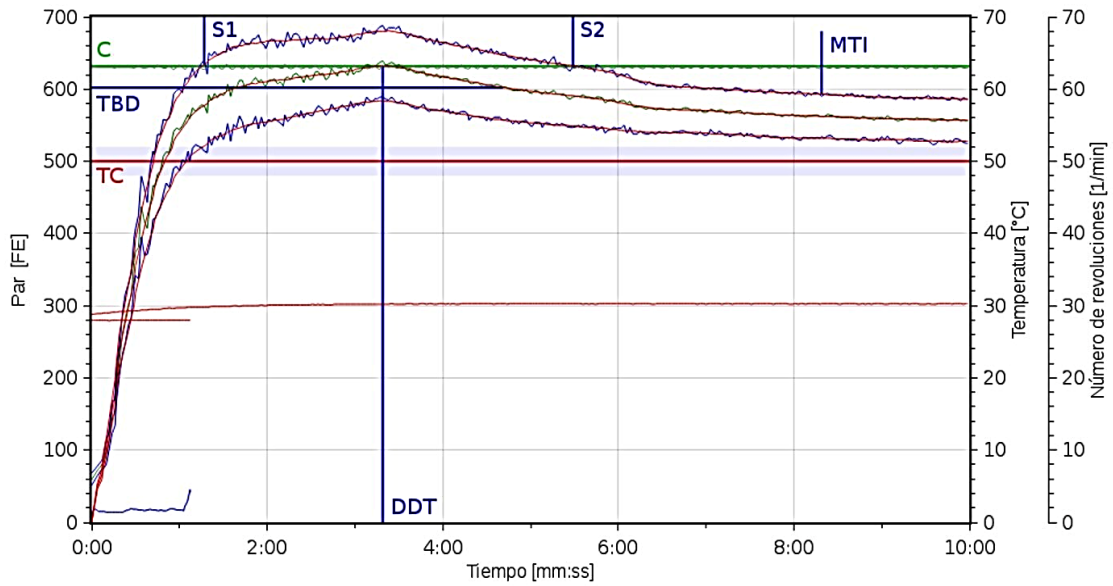
MUCHAS GRACIAS.

Anexo 11: Resultado del Farinograma del tratamiento T1 (HC: 10% + HQ: 10%)



Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	F1	ID	B3rftwru17p8
Orden		Fecha	2/5/23 12:37
Usuario	admin		
Método	AACC 300		
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0 1/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00 mm:ss
Peso de muestra	287,9 g		
Humedad de la harina	10,4 %	Humedad de harina estándar	14,0 %
WA (como predefinido)	54,8 %	Consistencia estándar	500 FE
Etiquetas			



- | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| ■ Marcha previa | ■ Valor medio | ■ Valor medio (alisado) | ■ Mínimo |
| ■ Min. (alisado) | ■ Máximo | ■ Máx. (alisado) | ■ Número de revoluciones |
| ■ Temperatura de dosificación | ■ Temperatura de la amasadora | ■ Temperatura de la masa | ■ Temperatura del termostato |

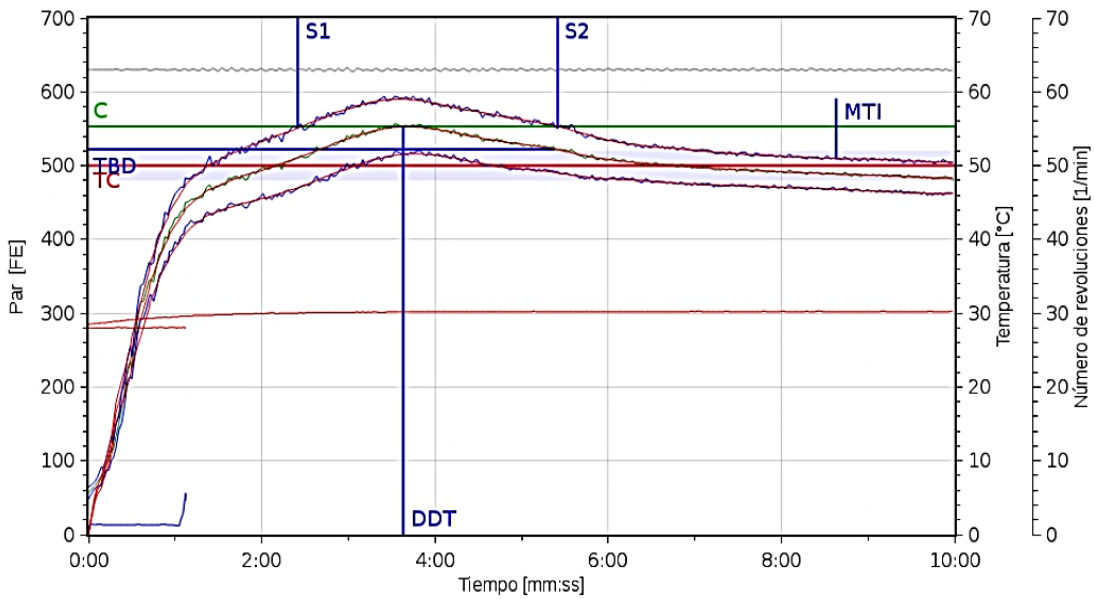
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,0	°C	Temperatura de dosificación
DDT	03:19	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	632	FE	Consistencia
WZ	54,8	%	Adición de agua
WAC	58,1	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	54,1	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	04:12	mm:ss	Estabilidad
MTI	87	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	47	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	04:41	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 12: Resultado del Farinograma del tratamiento T2 (HC: 25% + HQ: 10%)



Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	Formulacion F2 c0rregido	ID	B180v0rtw0
Orden		Fecha	27/4/23 11:57
Usuario	admin		
Método	AACC 300		
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0 1/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00 mm:ss
Peso de muestra	287,9 g		
Humedad de la harina	10,4 %	Humedad de harina estándar	14,0 %
WA (como predefinido)	57,0 %	Consistencia estándar	500 FE
Etiquetas			



■ Marcha previa	■ Valor medio	■ Valor medio (alisado)	■ Mínimo
■ Min. (alisado)	■ Máximo	■ Máx. (alisado)	■ Número de revoluciones
■ Temperatura de dosificación	■ Temperatura de la amasadora	■ Temperatura de la masa	■ Temperatura del termostato

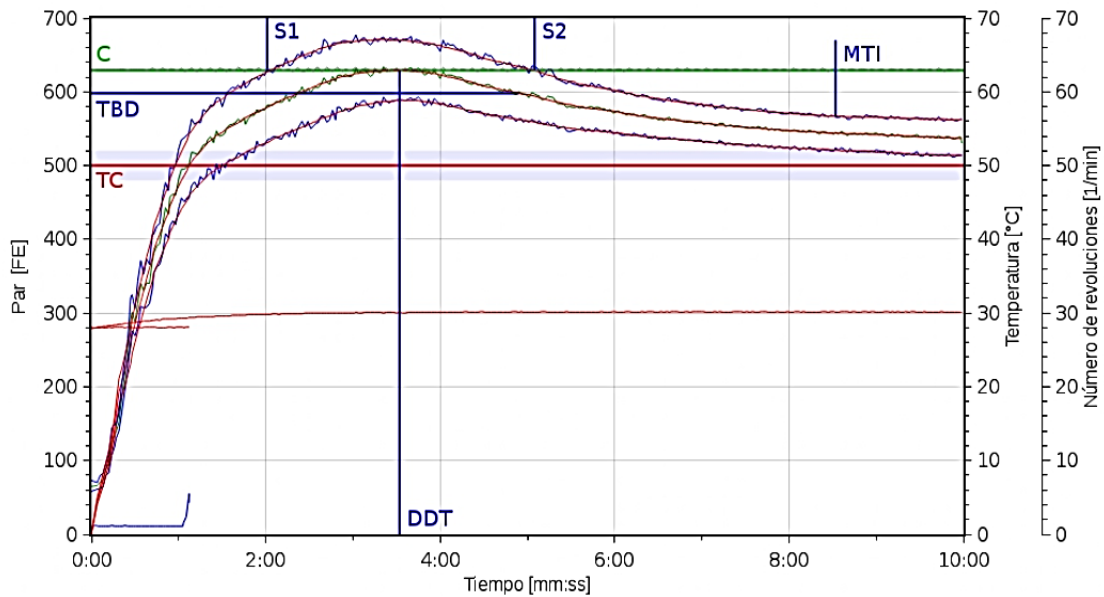
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,1	°C	Temperatura de dosificación
DDT	03:38	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	553	FE	Consistencia
WZ	57,0	%	Adición de agua
WAC	58,3	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	54,3	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	03:00	mm:ss	Estabilidad
MTI	81	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	54	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	05:23	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 13: Resultado del Farinograma del tratamiento T3 (HC: 10% + HQ: 25%)



Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	F3	ID	B1u3fpru2vhk
Orden		Fecha	3/5/23 10:08
Usuario	admin		
Método	AACC 300		
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0 1/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00 mm:ss
Peso de muestra	287,6 g		
Humedad de la harina	10,3 %	Humedad de harina estándar	14,0 %
WA (como predefinido)	57,0 %	Consistencia estándar	500 FE
Etiquetas			



■ Marcha previa	■ Valor medio	■ Valor medio (alisado)	■ Mínimo
■ Min. (alisado)	■ Máximo	■ Máx. (alisado)	■ Número de revoluciones
■ Temperatura de dosificación	■ Temperatura de la amasadora	■ Temperatura de la masa	■ Temperatura del termostato

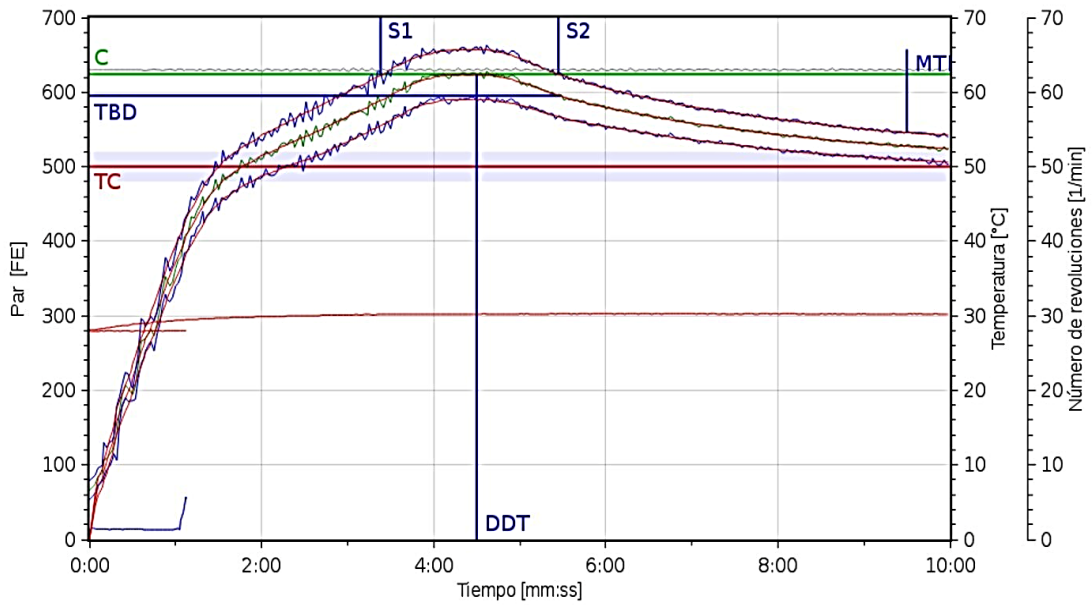
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,0	°C	Temperatura de dosificación
DDT	03:32	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	629	FE	Consistencia
WZ	57,0	%	Adición de agua
WAC	60,2	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	56,1	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	03:04	mm:ss	Estabilidad
MTI	103	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	49	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	04:54	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 14: Resultado del Farinograma del tratamiento T4 (HC: 25% + HQ: 25%)

Brabender®

Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	F4	ID	B97yh5ru6vwr
Orden		Fecha	5/5/23 14:05
Usuario	admin		
Método	AACC 300		
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0 l/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00 mm:ss
Peso de muestra	291,5 g		
Humedad de la harina	11,5 %	Humedad de harina estándar	14,0 %
WA (como predefinido)	62,5 %	Consistencia estándar	500 FE
Etiquetas			



■ Marcha previa	■ Valor medio	■ Valor medio (alisado)	■ Mínimo
■ Min. (alisado)	■ Máximo	■ Máx. (alisado)	■ Número de revoluciones
■ Temperatura de dosificación	■ Temperatura de la amasadora	■ Temperatura de la masa	■ Temperatura del termostato

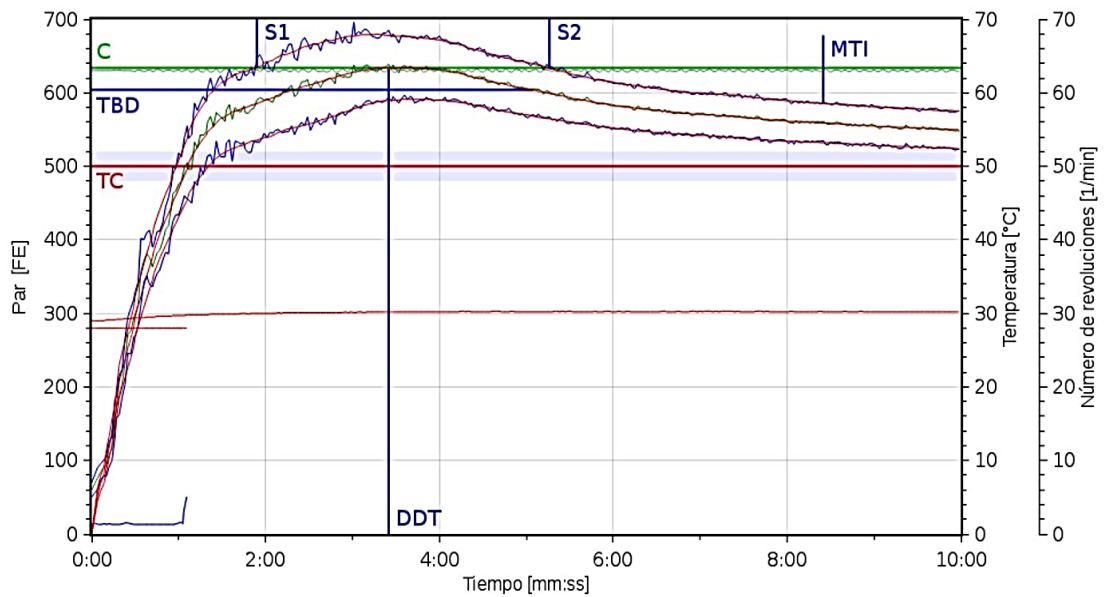
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,0	°C	Temperatura de dosificación
DDT	04:30	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	624	FE	Consistencia
WZ	62,5	%	Adición de agua
WAC	65,6	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	62,8	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	02:04	mm:ss	Estabilidad
MTI	111	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	55	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	05:29	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 15: Resultado del Farinograma del tratamiento T5 (HC: 6.89% + HQ: 17.50%)

Brabender®

Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	F5	ID	B72ykjrv5rul
Orden		Fecha	24/5/23 10:16
Usuario	admin		
Método	AACC 300		
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0 1/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00 mm:ss
Peso de muestra	287,3 g		
Humedad de la harina	10,2 %	Humedad de harina estándar	14,0 %
WA (como predefinido)	63,2 %	Consistencia estándar	500 FE
Etiquetas			



■ Marcha previa	■ Valor medio	■ Valor medio (alisado)	■ Mínimo
■ Min. (alisado)	■ Máximo	■ Máx. (alisado)	■ Número de revoluciones
■ Temperatura de dosificación	■ Temperatura de la amasadora	■ Temperatura de la masa	■ Temperatura del termostato

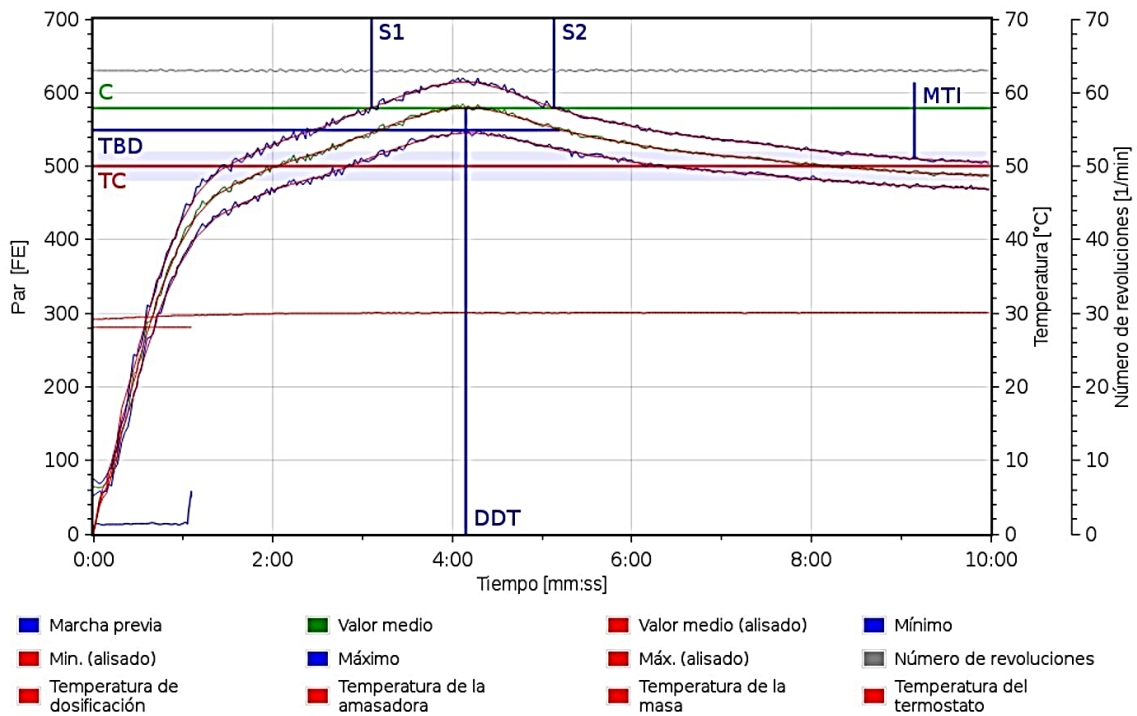
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,0	°C	Temperatura de dosificación
DDT	03:25	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	634	FE	Consistencia
WZ	63,2	%	Adición de agua
WAC	66,6	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	62,4	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	03:22	mm:ss	Estabilidad
MTI	92	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	51	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	05:05	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 16: Resultado del Farinograma del tratamiento T6 (HC: 28.11% + HQ: 17.50%)

Brabender®

Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	F6	ID	B710ssrurur7
Orden		Fecha	10/5/23 10:22
Usuario	admin		
Método	AACC 300		
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0 1/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00 mm:ss
Peso de muestra	285,4 g		
Humedad de la harina	9,6 %	Humedad de harina estándar	14,0 %
WA (como predefinido)	61,3 %	Consistencia estándar	500 FE
Etiquetas			



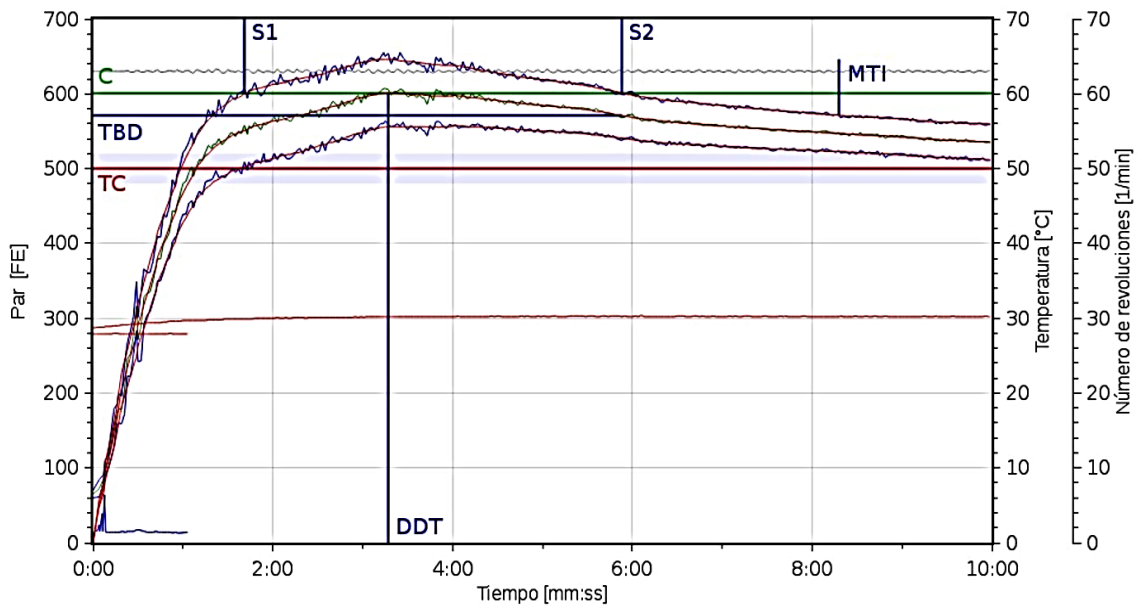
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,1	°C	Temperatura de dosificación
DDT	04:09	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	579	FE	Consistencia
WZ	61,3	%	Adición de agua
WAC	63,3	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	58,4	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	02:02	mm:ss	Estabilidad
MTI	104	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	52	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	05:12	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 17: Resultado del Farinograma del tratamiento T7 (HC: 17.50% + HQ: 6.89%)



Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	F7	ID	B5rqyqrup65f
Orden		Fecha	15/5/23 11:07
Usuario	admin		
Método	AACC 300		
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0 1/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00 mm:ss
Peso de muestra	287,3 g		
Humedad de la harina	10,2 %	Humedad de harina estándar	14,0 %
WA (como predefinido)	59,0 %	Consistencia estándar	500 FE
Etiquetas			



■ Marcha previa	■ Valor medio	■ Valor medio (alisado)	■ Mínimo
■ Min. (alisado)	■ Máximo	■ Máx. (alisado)	■ Número de revoluciones
■ Temperatura de dosificación	■ Temperatura de la amasadora	■ Temperatura de la masa	■ Temperatura del termostato

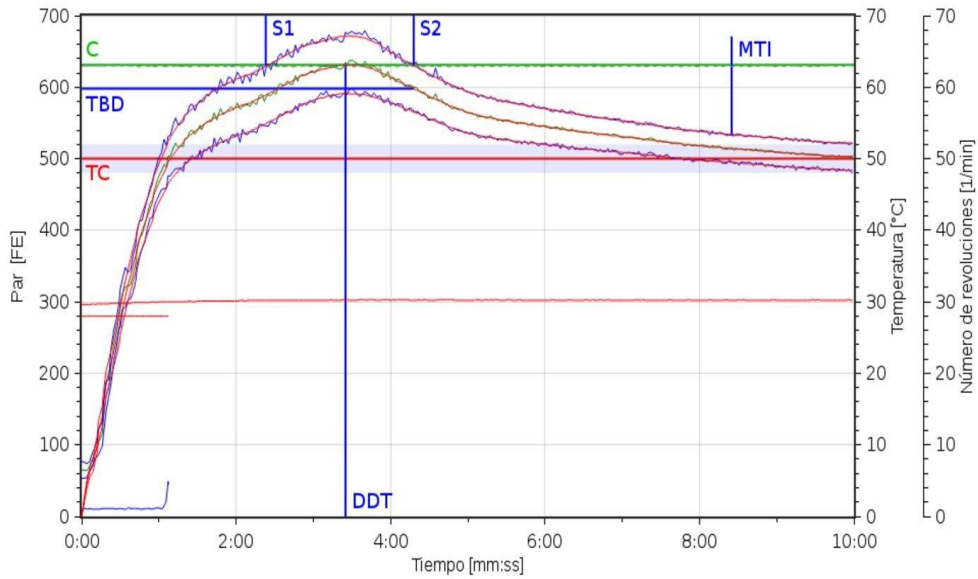
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,0	°C	Temperatura de dosificación
DDT	03:17	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	601	FE	Consistencia
WZ	59,0	%	Adición de agua
WAC	61,5	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	57,3	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	04:12	mm:ss	Estabilidad
MTI	75	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	59	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	05:53	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 18: Resultado del Farinograma del tratamiento T8 (HC: 17.50% + HQ: 28.11%)



Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	F8	ID	B4mtehrv7mym
Orden		Fecha	25/5/23 10:26
Usuario	admin		
Método	AACC 300		
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0 l/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00 mm:ss
Peso de muestra	280,4 g		
Humedad de la harina	8,0 %	Humedad de harina estándar	14,0 %
WA (como predefinido)	59,2 %	Consistencia estándar	500 FE
Etiquetas			



■ Marcha previa	■ Valor medio	■ Valor medio (alisado)	■ Mínimo
■ Min. (alisado)	■ Máximo	■ Máx. (alisado)	■ Número de revoluciones
■ Temperatura de dosificación	■ Temperatura de la amasadora	■ Temperatura de la masa	■ Temperatura del termostato

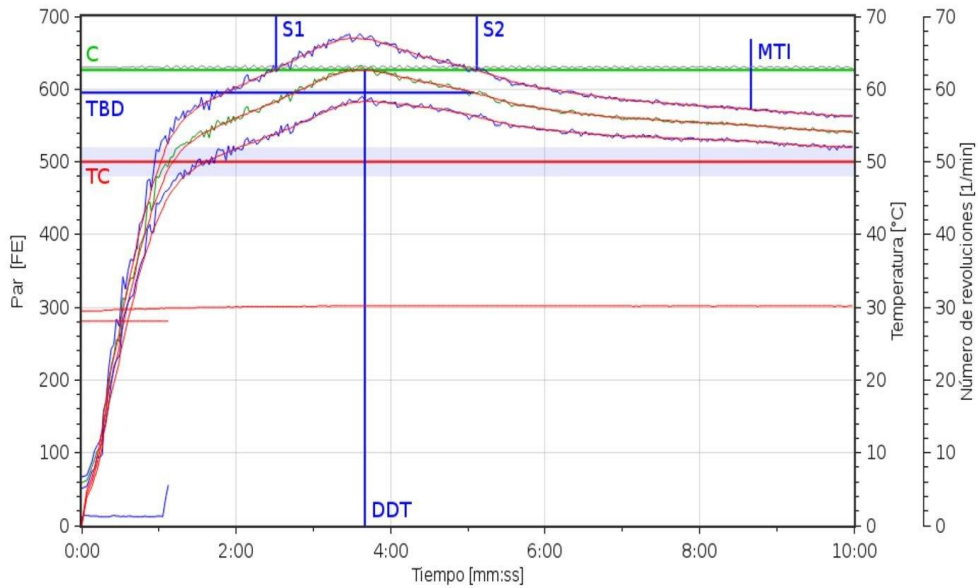
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,0	°C	Temperatura de dosificación
DDT	03:25	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	631	FE	Consistencia
WZ	59,2	%	Adición de agua
WAC	62,5	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	56,0	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	01:55	mm:ss	Estabilidad
MTI	137	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	43	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	04:18	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 19: Resultado del Farinograma del tratamiento T9 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%)



Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	F9	ID	Banf2rust77	
Orden		Fecha	17/5/23 10:17	
Usuario	admin			
Método	AACC 300			
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0	1/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00	mm:ss
Peso de muestra	286,0 g			
Humedad de la harina	9,8 %	Humedad de harina estándar	14,0	%
WA (como predefinido)	59,2 %	Consistencia estándar	500	FE
Etiquetas				



■ Marcha previa	■ Valor medio	■ Valor medio (alisado)	■ Mínimo
■ Min. (alisado)	■ Máximo	■ Máx. (alisado)	■ Número de revoluciones
■ Temperatura de dosificación	■ Temperatura de la amasadora	■ Temperatura de la masa	■ Temperatura del termostato

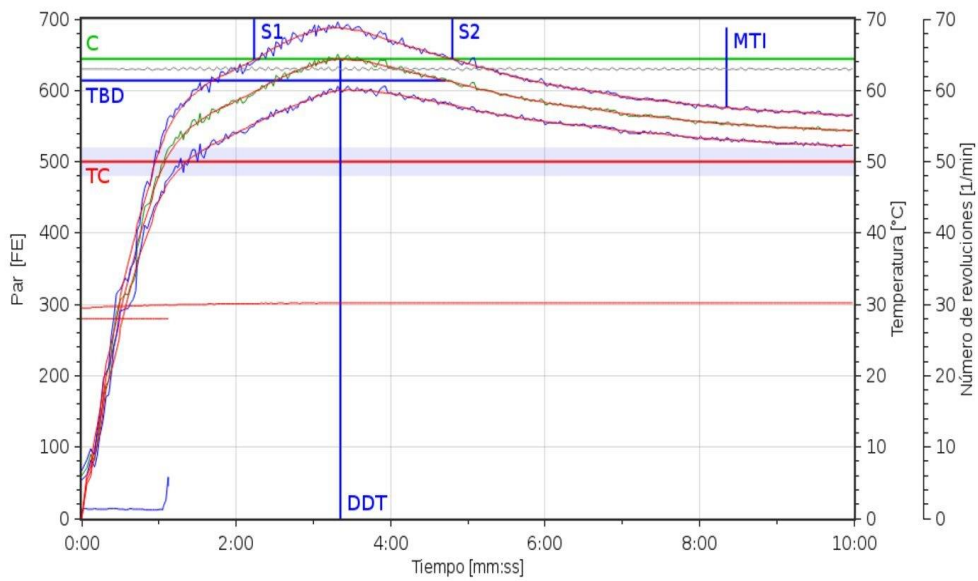
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,1	°C	Temperatura de dosificación
DDT	03:40	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	626	FE	Consistencia
WZ	59,2	%	Adición de agua
WAC	62,4	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	57,7	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	02:36	mm:ss	Estabilidad
MTI	97	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	51	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	05:05	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 20: Resultado del Farinograma del tratamiento T10 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%)



Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	F10	ID	B9wsturuunun
Orden		Fecha	18/5/23 10:10
Usuario	admin		
Método	AACC 300		
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0 1/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00 mm:ss
Peso de muestra	286,0 g		
Humedad de la harina	9,8 %	Humedad de harina estándar	14,0 %
WA (como predefinido)	59,1 %	Consistencia estándar	500 FE
Etiquetas			



■ Marcha previa	■ Valor medio	■ Valor medio (alisado)	■ Mínimo
■ Min. (alisado)	■ Máximo	■ Máx. (alisado)	■ Número de revoluciones
■ Temperatura de dosificación	■ Temperatura de la amasadora	■ Temperatura de la masa	■ Temperatura del termostato

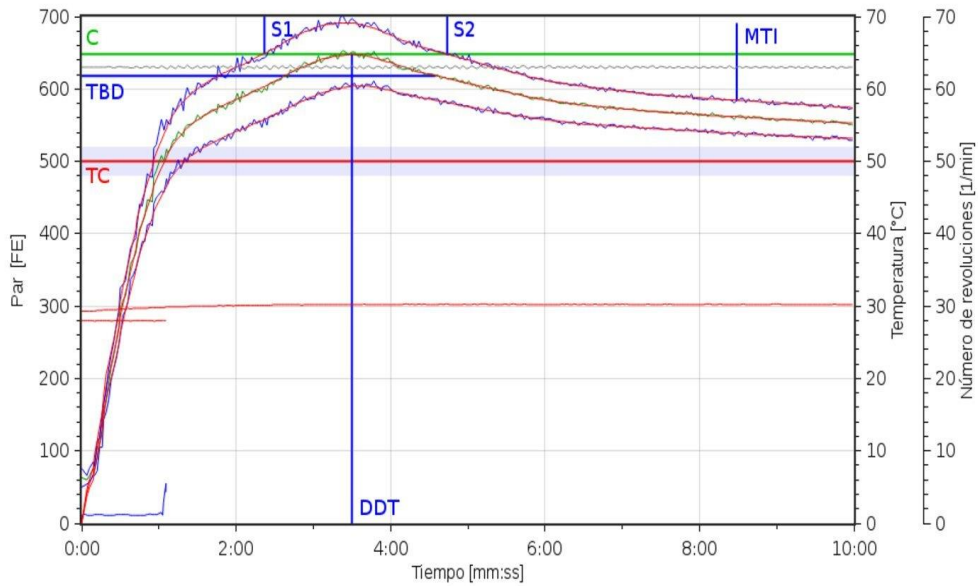
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,0	°C	Temperatura de dosificación
DDT	03:21	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	644	FE	Consistencia
WZ	59,1	%	Adición de agua
WAC	62,7	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	58,0	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	02:34	mm:ss	Estabilidad
MTI	112	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	47	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	04:43	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 21: Resultado del Farinograma del tratamiento T11 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%)



Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	F11	ID	B4dny4ruwiop
Orden		Fecha	19/5/23 10:19
Usuario	admin		
Método	AACC 300		
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0 l/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00 mm:ss
Peso de muestra	286,0 g		
Humedad de la harina	9,8 %	Humedad de harina estándar	14,0 %
WA (como predefinido)	59,0 %	Consistencia estándar	500 FE
Etiquetas			



■ Marcha previa	■ Valor medio	■ Valor medio (alisado)	■ Mínimo
■ Min. (alisado)	■ Máximo	■ Máx. (alisado)	■ Número de revoluciones
■ Temperatura de dosificación	■ Temperatura de la amasadora	■ Temperatura de la masa	■ Temperatura del termostato

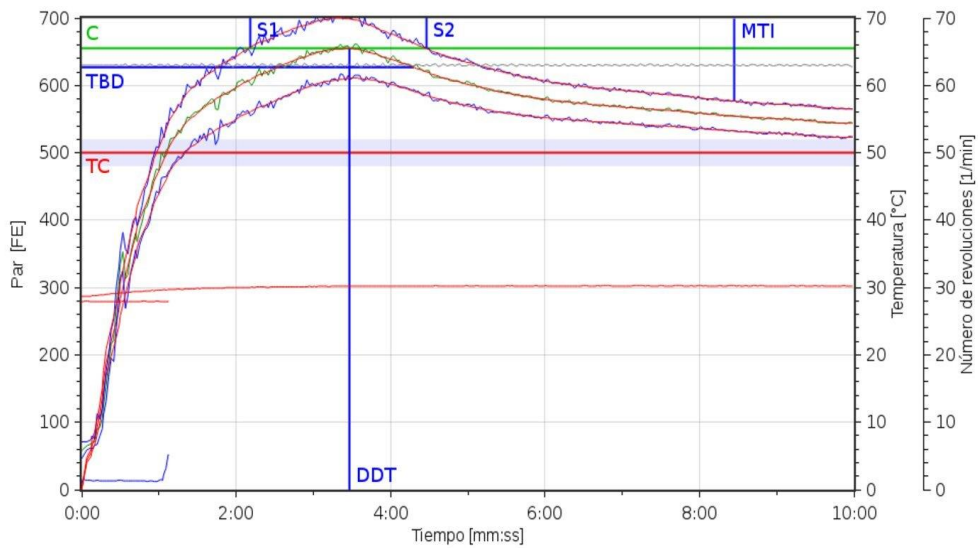
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,0	°C	Temperatura de dosificación
DDT	03:30	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	648	FE	Consistencia
WZ	59,0	%	Adición de agua
WAC	62,7	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	58,0	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	02:22	mm:ss	Estabilidad
MTI	106	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	46	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	04:35	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 22: Resultado del Farinograma del tratamiento T12 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%)



Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	F12	ID	B71j8frv24ye
Orden		Fecha	22/5/23 11:10
Usuario	admin		
Método	AACC 300		
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0 1/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00 mm:ss
Peso de muestra	286,0 g		
Humedad de la harina	9,8 %	Humedad de harina estándar	14,0 %
WA (como predefinido)	59,2 %	Consistencia estándar	500 FE
Etiquetas			



■ Marcha previa	■ Valor medio	■ Valor medio (alisado)	■ Mínimo
■ Min. (alisado)	■ Máximo	■ Máx. (alisado)	■ Número de revoluciones
■ Temperatura de dosificación	■ Temperatura de la amasadora	■ Temperatura de la masa	■ Temperatura del termostato

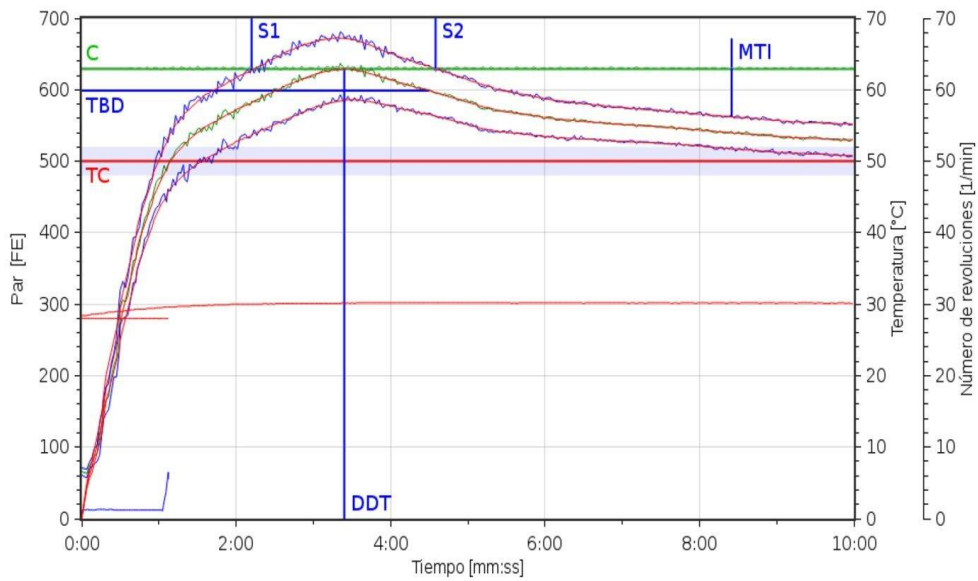
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,0	°C	Temperatura de dosificación
DDT	03:28	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	655	FE	Consistencia
WZ	59,2	%	Adición de agua
WAC	63,1	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	58,4	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	02:17	mm:ss	Estabilidad
MTI	122	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	43	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	04:18	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 23: Resultado del Farinograma del tratamiento T13 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%)



Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	F13	ID	B6c7rkrv3xmw	
Orden		Fecha	23/5/23 10:27	
Usuario	admin			
Método	AACC 300			
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0	1/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00	mm:ss
Peso de muestra	286,0 g			
Humedad de la harina	9,8 %	Humedad de harina estándar	14,0	%
WA (como predefinido)	59,0 %	Consistencia estándar	500	FE
Etiquetas				



■ Marcha previa	■ Valor medio	■ Valor medio (alisado)	■ Mínimo
■ Min. (alisado)	■ Máximo	■ Máx. (alisado)	■ Número de revoluciones
■ Temperatura de dosificación	■ Temperatura de la amasadora	■ Temperatura de la masa	■ Temperatura del termostato

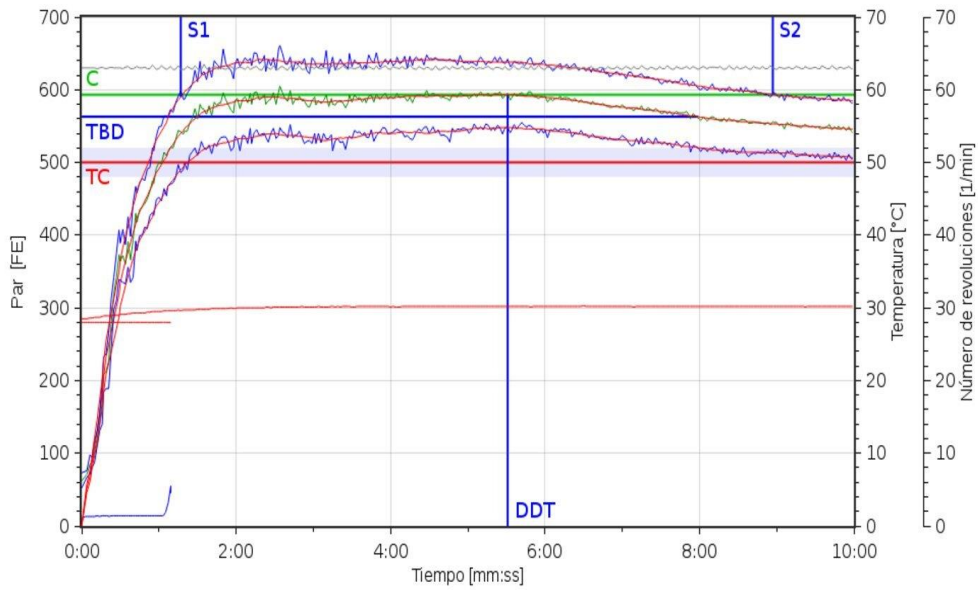
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,0	°C	Temperatura de dosificación
DDT	03:24	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	629	FE	Consistencia
WZ	59,0	%	Adición de agua
WAC	62,2	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	57,5	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	02:23	mm:ss	Estabilidad
MTI	110	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	45	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	04:30	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 24: Resultado del farinograma de la muestra testigo (HT: 100%)



Farinograph®-TS
Version 2.1.4

Prueba	testigo	ID	B85zsorv9iq7
Orden		Fecha	26/5/23 10:50
Usuario	admin		
Método	AACC 300		
Evaluación	AACC	Número de revoluciones	63,0 1/min
Amasadora	300	Tiempo de medición	10:00 mm:ss
Peso de muestra	291,2 g		
Humedad de la harina	11,4 %	Humedad de harina estándar	14,0 %
WA (como predefinido)	57,9 %	Consistencia estándar	500 FE
Etiquetas			



■ Marcha previa	■ Valor medio	■ Valor medio (alisado)	■ Mínimo
■ Min. (alisado)	■ Máximo	■ Máx. (alisado)	■ Número de revoluciones
■ Temperatura de dosificación	■ Temperatura de la amasadora	■ Temperatura de la masa	■ Temperatura del termostato

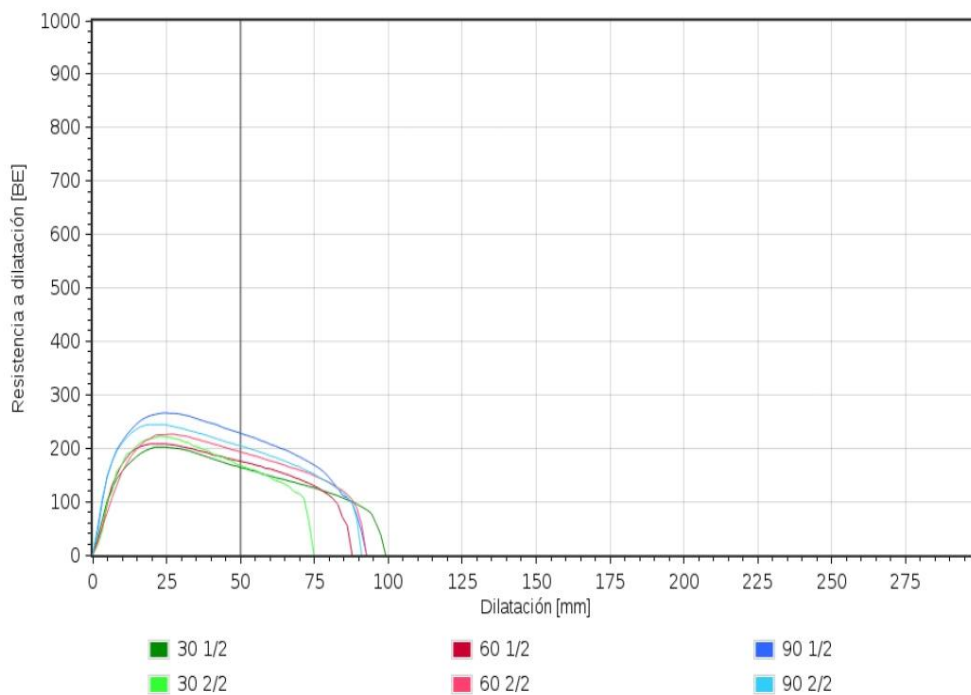
Punto	Valor	Unidad	Descripción
T	09:59	mm:ss	Tiempo de medición
DT	28,0	°C	Temperatura de dosificación
DDT	05:31	mm:ss	Tiempo de desarrollo de masa
C	593	FE	Consistencia
WZ	57,9	%	Adición de agua
WAC	60,2	%	Corregir absorción de agua a consistencia estándar
WAM	57,3	%	Corregir absorción de agua a humedad de harina estándar
S	07:40	mm:ss	Estabilidad
MTI	-/-	FE	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	80	mm	Número de calidad Farinograph
D	-/-	FE	Drop-off
TBD	07:59	mm:ss	Tiempo hasta breakdown

Anexo 25: Resultado del extensograma del tratamiento T1 (HC: 10% + HQ: 10%)



Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	F1	ID	B54fqfru186x
Orden		Fecha	2/5/23 13:01
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	54,80		
Instrucciones			
Etiquetas			



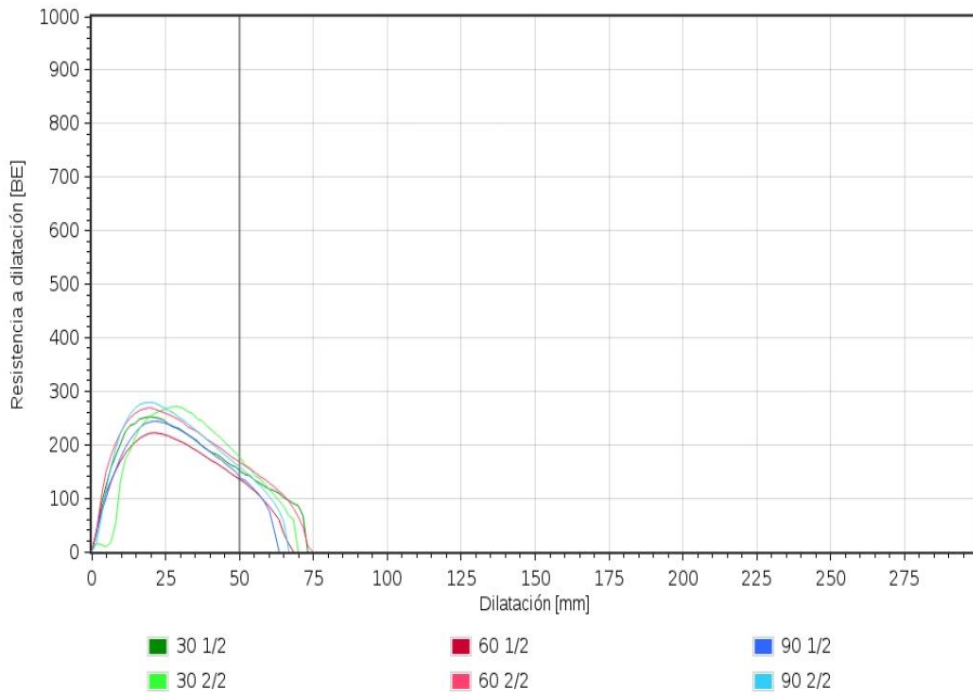
Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	24	26	32	cm ²	Energía
R ₅₀	165	184	215	BE	Resistencia a dilatación
E	87	90	92	mm	Dilatación
R _m	212	216	254	BE	Máximo
R ₅₀ /E	1,94	2,04	2,34		Coefficiente de proporción
R _m /E	2,50	2,39	2,77		Coefficiente de proporción (máx)

Anexo 26: Resultado del extensograma del tratamiento T2 (HC: 25% + HQ: 10%)



Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	F2 2023	ID	B180v0trxtc
Orden		Fecha	27/4/23 12:15
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	57,00		
Instrucciones			
Etiquetas			



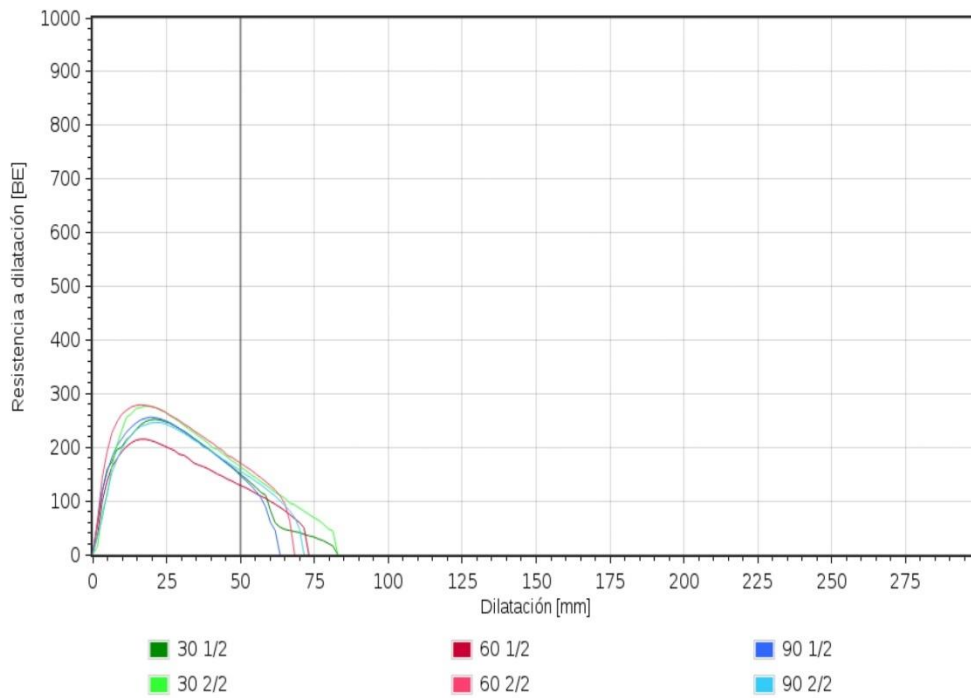
Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	22	21	20	cm ²	Energía
R ₅₀	162	150	147	BE	Resistencia a dilatación
E	71	72	65	mm	Dilatación
R _m	261	244	260	BE	Máximo
R ₅₀ /E	2,28	2,09	2,26		Coefficiente de proporción
R _m /E	3,66	3,41	4,00		Coefficiente de proporción (máx)

Anexo 27: Resultado del extensograma del tratamiento T3 (HC: 10% + HQ: 25%)



Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	F3	ID	B1u3fpru2xya
Orden		Fecha	3/5/23 11:15
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	57,00		
Instrucciones			
Etiquetas	2023;		



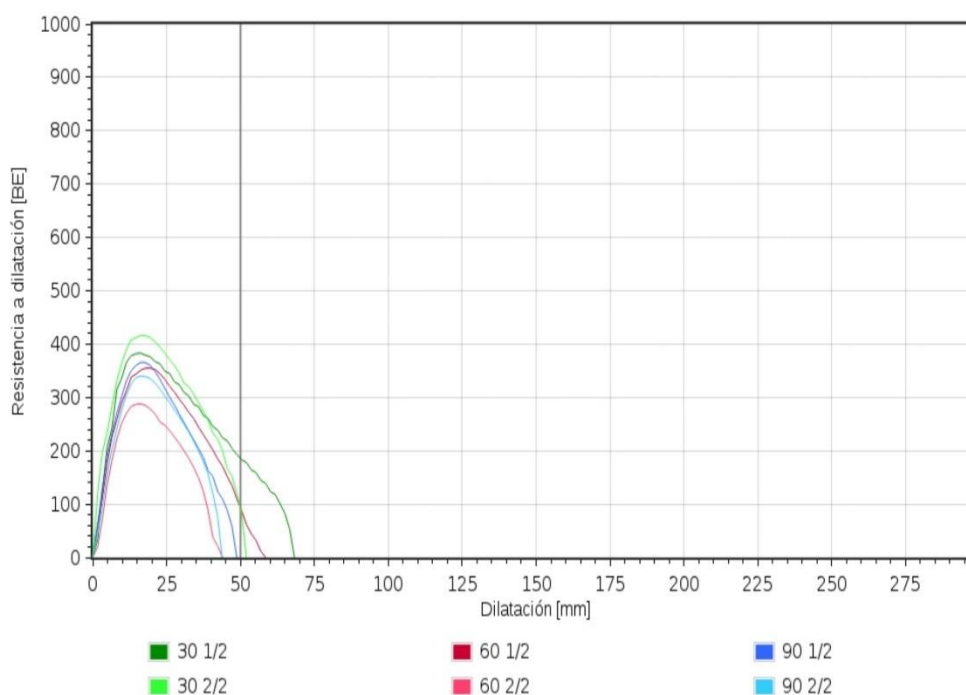
Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	24	22	20	cm ²	Energía
R ₅₀	155	149	150	BE	Resistencia a dilatación
E	83	71	67	mm	Dilatación
R _m	264	246	250	BE	Máximo
R ₅₀ /E	1,87	2,11	2,23		Coefficiente de proporción
R _m /E	3,18	3,50	3,73		Coefficiente de proporción (máx)

Anexo 28: Resultado del extensograma del tratamiento T4 (HC: 25% + HQ: 25%)



Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	F4	ID	B2fb5zruc92p
Orden		Fecha	8/5/23 11:53
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	62,50		
Instrucciones			
Etiquetas			



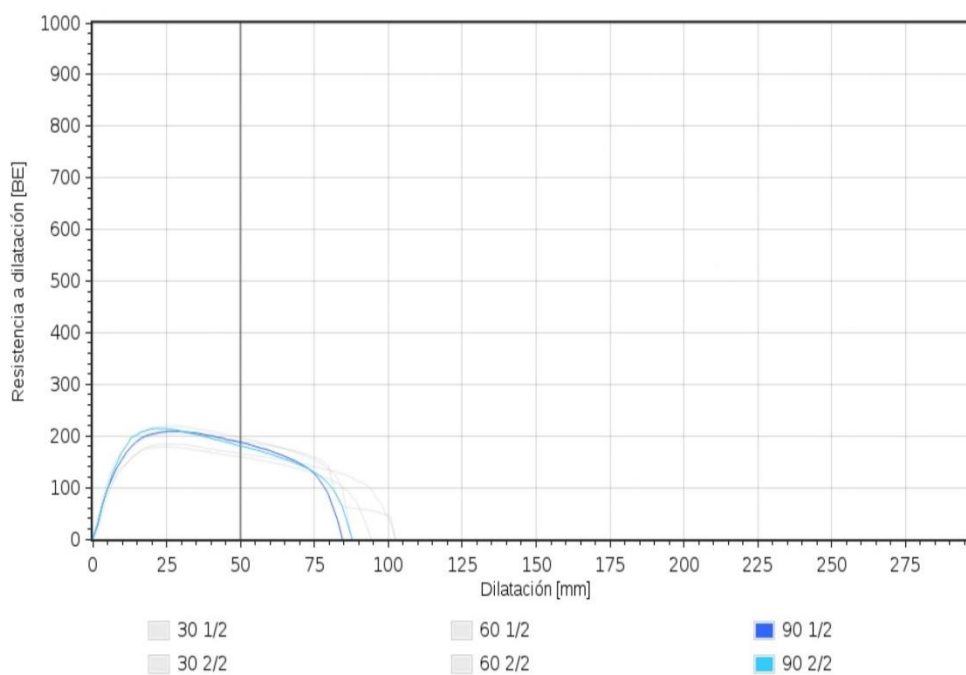
Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	28	18	19	cm ²	Energía
R ₅₀	134	43	0	BE	Resistencia a dilatación
E	60	51	46	mm	Dilatación
R _m	398	322	353	BE	Máximo
R ₅₀ /E	2,15	0,74	0,00		Coficiente de proporción
R _m /E	6,79	6,32	7,63		Coficiente de proporción (máx)

Anexo 29: Resultado del extensograma del tratamiento T5 (HC: 6.89% + HQ: 17.50%)



Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	F5	ID	B72ykjrv5tmy
Orden		Fecha	24/5/23 11:08
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	63,20		
Instrucciones			
Etiquetas			



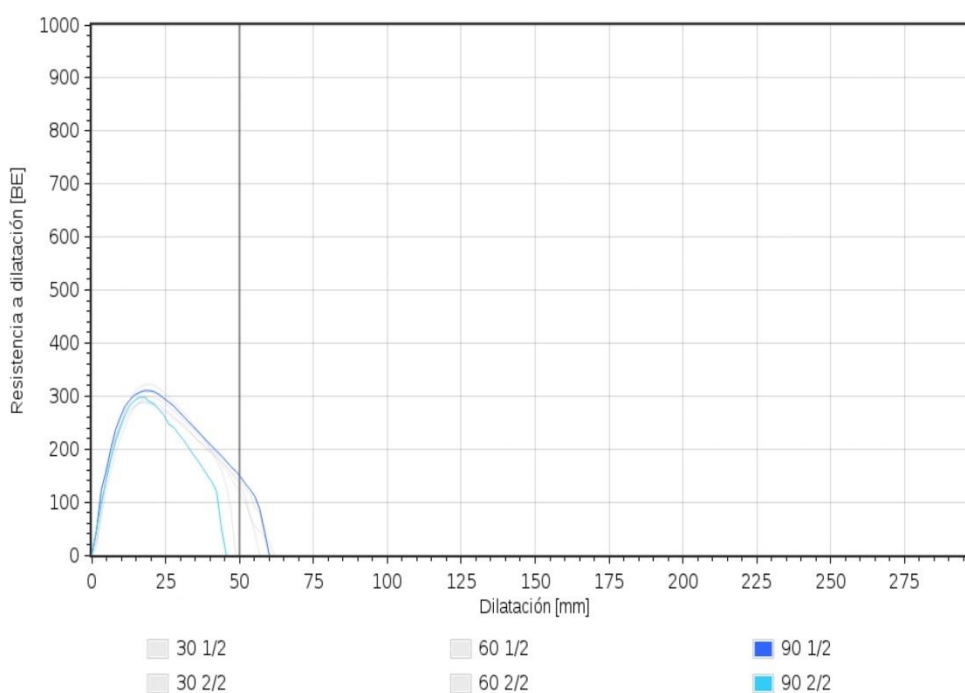
Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	24	27	24	cm ²	Energía
R ₅₀	162	193	184	BE	Resistencia a dilatación
E	98	95	86	mm	Dilatación
R _m	181	212	211	BE	Máximo
R ₅₀ /E	1,65	2,05	2,14		Coficiente de proporción
R _m /E	1,84	2,24	2,45		Coficiente de proporción (máx)

Anexo 30: Resultado del extensograma del tratamiento T6 (HC: 28.11% + HQ: 17.50%)

Brabender®

Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	F6	ID	B710ssruffytf
Orden		Fecha	10/5/23 12:02
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	61,30		
Instrucciones			
Etiquetas			



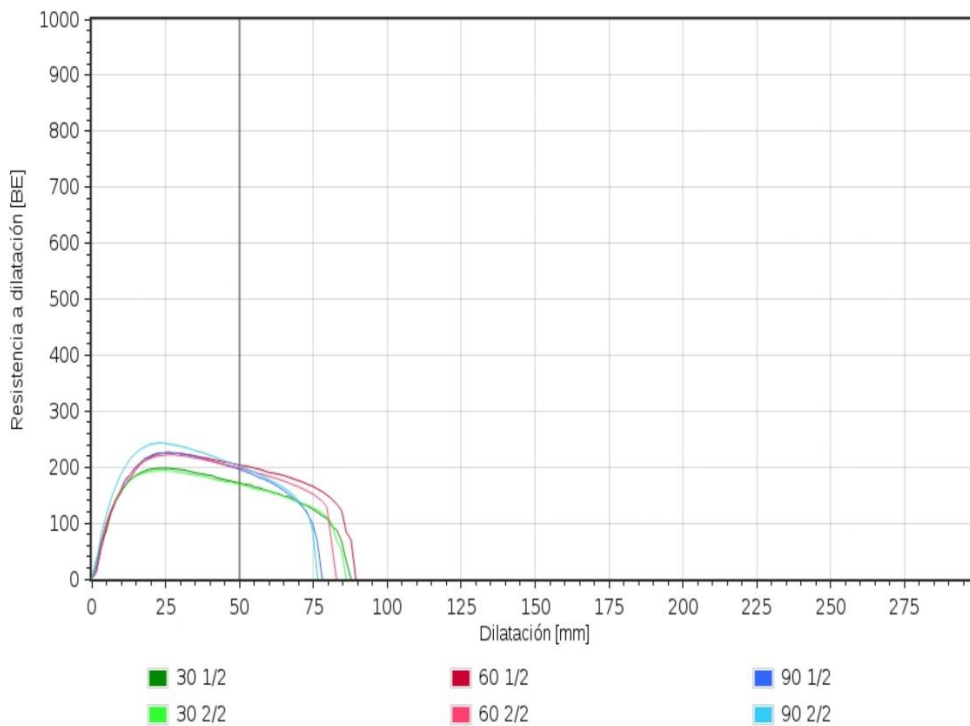
Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	20	20	19	cm ²	Energía
R ₅₀	134	56	74	BE	Resistencia a dilatación
E	58	55	53	mm	Dilatación
R _m	292	306	304	BE	Máximo
R ₅₀ /E	2,29	0,91	1,23		Coefficiente de proporción
R _m /E	5,01	5,64	5,84		Coefficiente de proporción (máx)

Anexo 31: Resultado del extensograma del tratamiento T7 (HC: 17.50% + HQ: 6.89%)



Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	F7	ID	B5rqygrup877
Orden		Fecha	15/5/23 12:03
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	59,00		
Instrucciones			
Etiquetas			



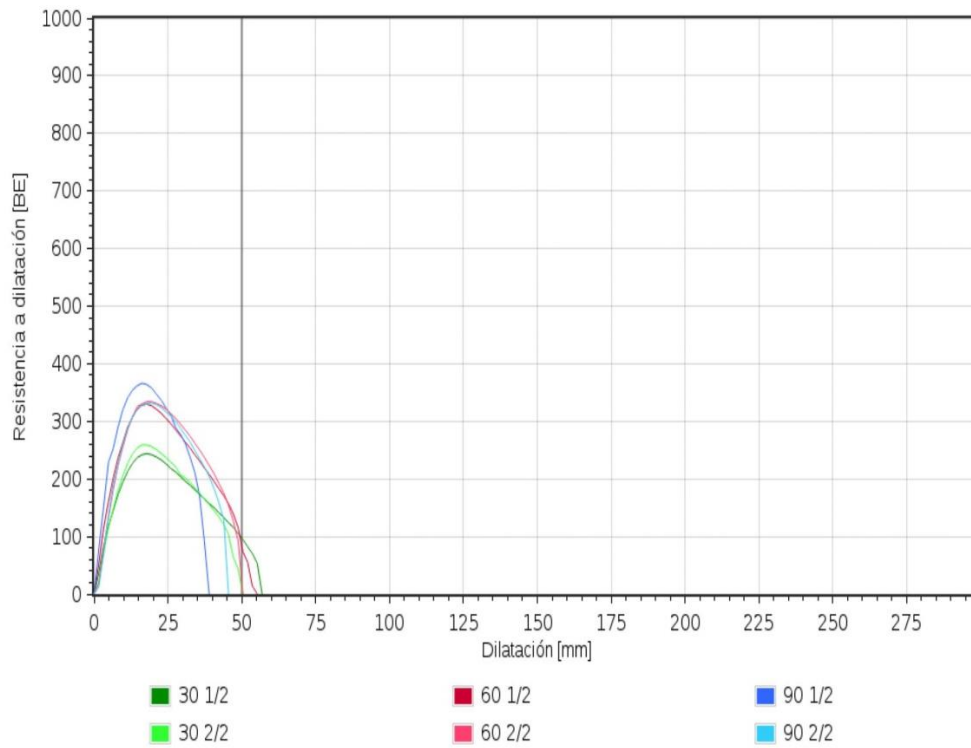
Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	24	27	24	cm ²	Energía
R ₅₀	170	200	198	BE	Resistencia a dilatación
E	87	86	77	mm	Dilatación
R _m	196	223	234	BE	Máximo
R ₅₀ /E	1,95	2,33	2,56		Coficiente de proporción
R _m /E	2,25	2,59	3,03		Coficiente de proporción (máx)

Anexo 32: Resultado del extensograma del tratamiento T8 (HC: 17.50% + HQ: 28.11%)

Brabender®

Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	F8	ID	B4mtehrv7qcy
Orden		Fecha	25/5/23 11:52
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	59,20		
Instrucciones			
Etiquetas			



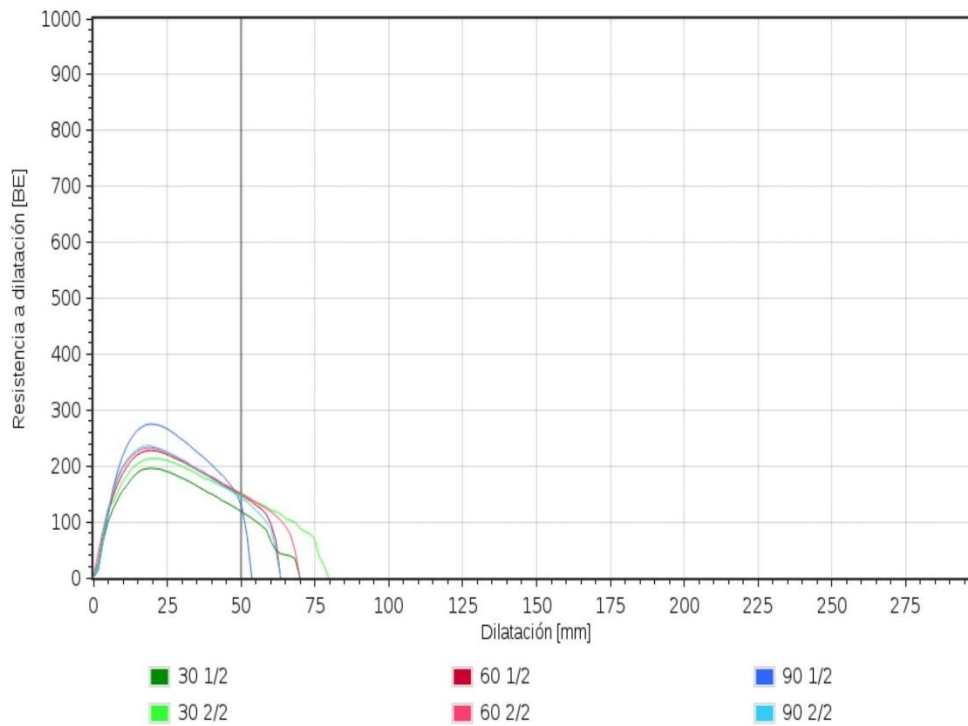
Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	16	21	18	cm ²	Energía
R ₅₀	47	37	0	BE	Resistencia a dilatación
E	54	53	42	mm	Dilatación
R _m	251	332	348	BE	Máximo
R ₅₀ /E	0,83	0,67	0,00		Coefficiente de proporción
R _m /E	4,71	6,29	8,33		Coefficiente de proporción (máx)

Anexo 33: Resultado del extensograma del tratamiento T9 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%)



Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	F9	ID	Banf2rusvc3
Orden		Fecha	17/5/23 11:16
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	59,20		
Instrucciones			
Etiquetas			



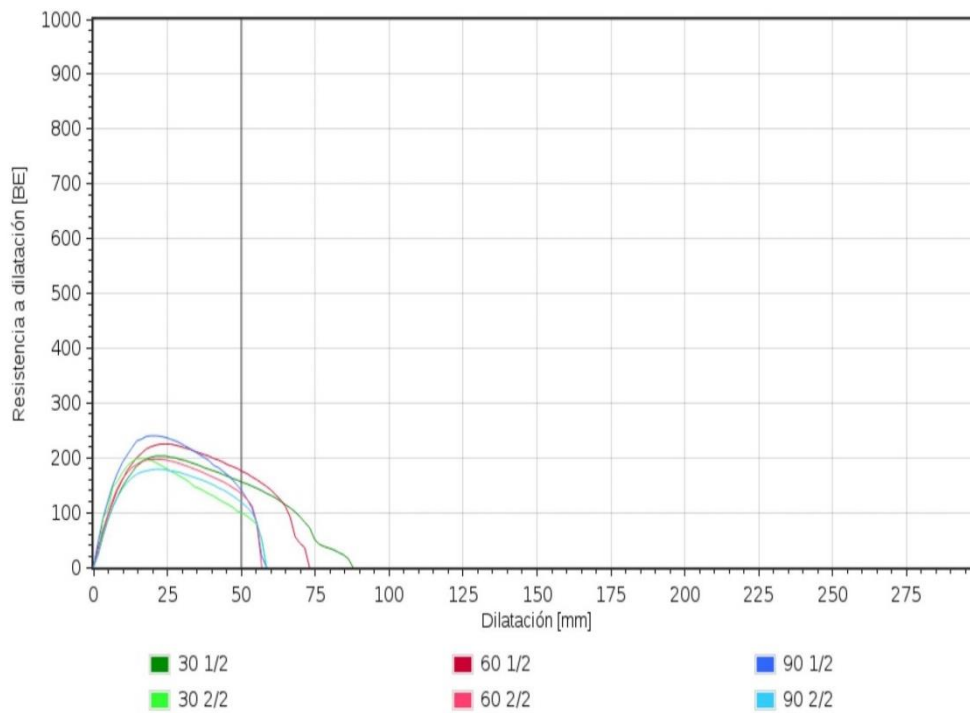
Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	18	20	19	cm ²	Energía
R ₅₀	132	148	133	BE	Resistencia a dilatación
E	75	67	58	mm	Dilatación
R _m	204	230	255	BE	Máximo
R ₅₀ /E	1,76	2,23	2,28		Coficiente de proporción
R _m /E	2,74	3,46	4,42		Coficiente de proporción (máx)

Anexo 34: Resultado del extensograma del tratamiento T10 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%)



Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	F10	ID	B9wsturuurb6
Orden		Fecha	18/5/23 11:44
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	59,10		
Instrucciones			
Etiquetas			



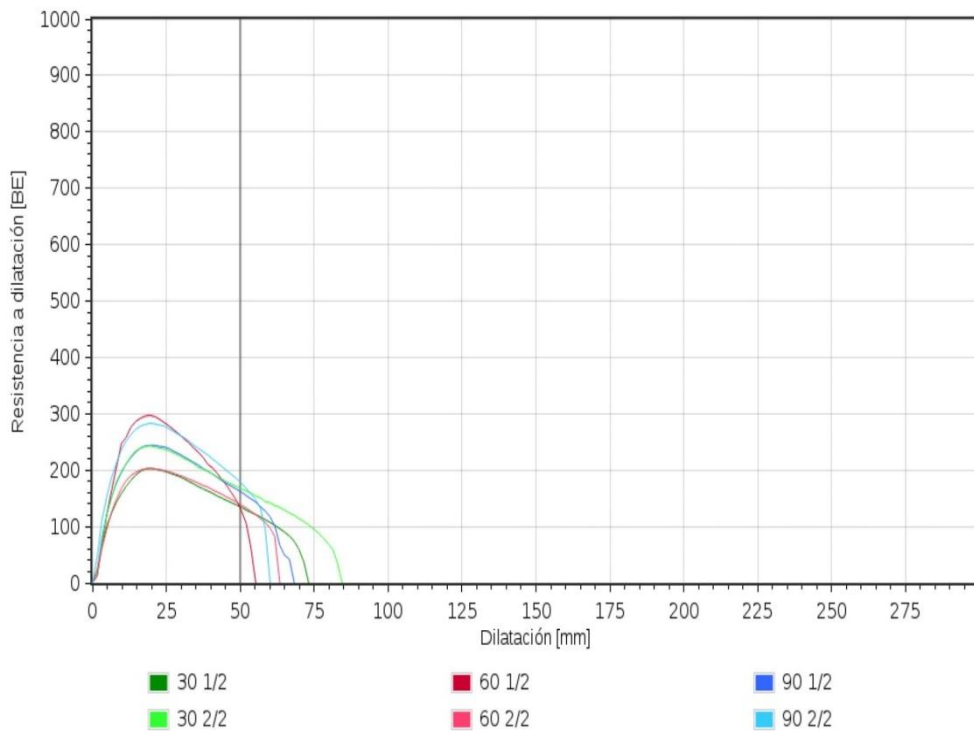
Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	17	18	16	cm ²	Energía
R ₅₀	127	154	127	BE	Resistencia a dilatación
E	73	65	59	mm	Dilatación
R _m	200	211	209	BE	Máximo
R ₅₀ /E	1,73	2,36	2,17		Coficiente de proporción
R _m /E	2,85	3,27	3,57		Coficiente de proporción (máx)

Anexo 35: Resultado del extensograma del tratamiento T11 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%)



Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	F11	ID	B4dny4ruwlg3
Orden		Fecha	19/5/23 11:33
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	59,00		
Instrucciones			
Etiquetas			



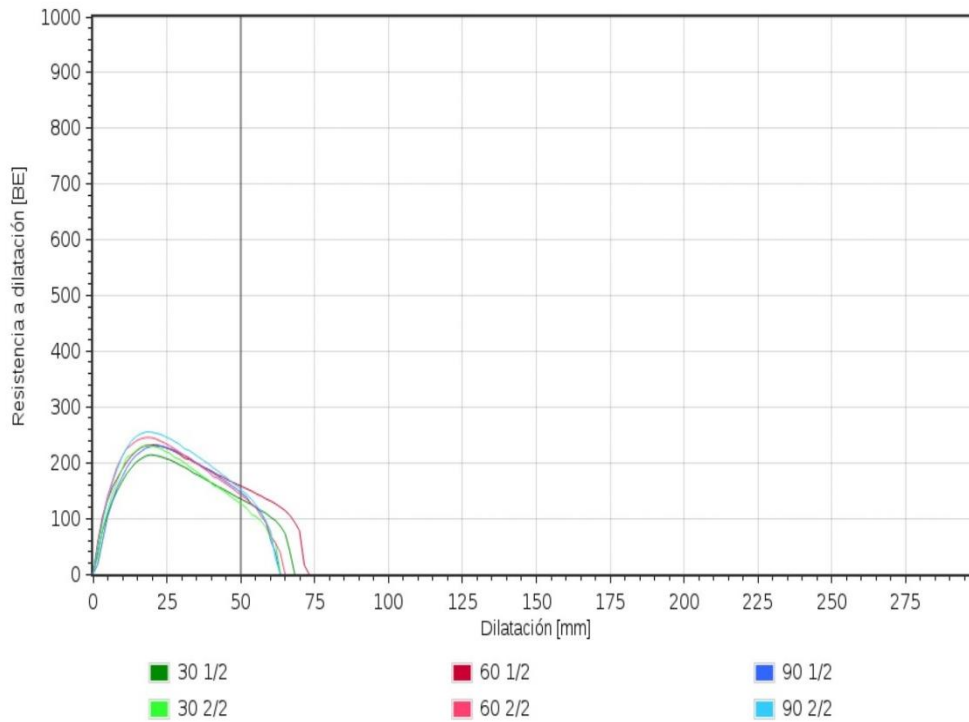
Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	21	18	22	cm ²	Energía
R ₅₀	150	133	169	BE	Resistencia a dilatación
E	79	59	64	mm	Dilatación
R _m	222	249	263	BE	Máximo
R ₅₀ /E	1,90	2,25	2,65		Coefficiente de proporción
R _m /E	2,81	4,27	4,13		Coefficiente de proporción (máx)

Anexo 36: Resultado del extensograma del tratamiento T12 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%)



Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	F12	ID	B71j8frv26wt
Orden		Fecha	22/5/23 12:04
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	59,20		
Instrucciones			
Etiquetas			



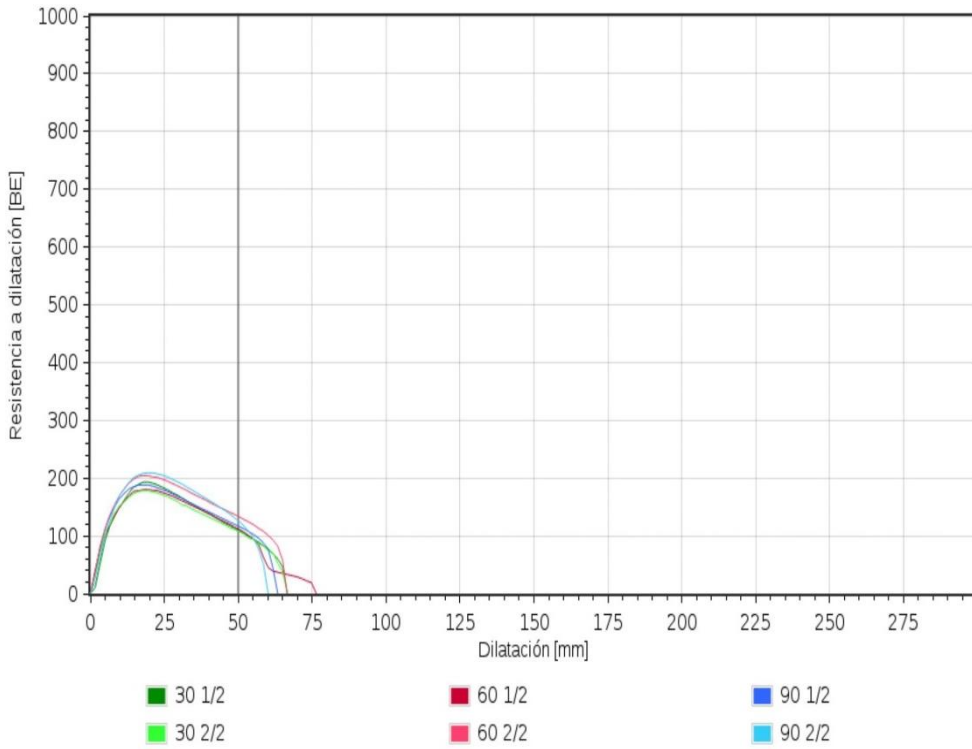
Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	18	20	19	cm ²	Energía
R ₅₀	129	149	148	BE	Resistencia a dilatación
E	66	69	63	mm	Dilatación
R _m	222	238	242	BE	Máximo
R ₅₀ /E	1,97	2,16	2,33		Coefficiente de proporción
R _m /E	3,38	3,47	3,82		Coefficiente de proporción (máx)

Anexo 37: Resultado del extensograma del tratamiento T13 (HC: 17.50% + HQ: 17.50%)



Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	F13	ID	B6c7rkrv3yjp
Orden		Fecha	23/5/23 10:59
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	59,00		
Instrucciones			
Etiquetas			



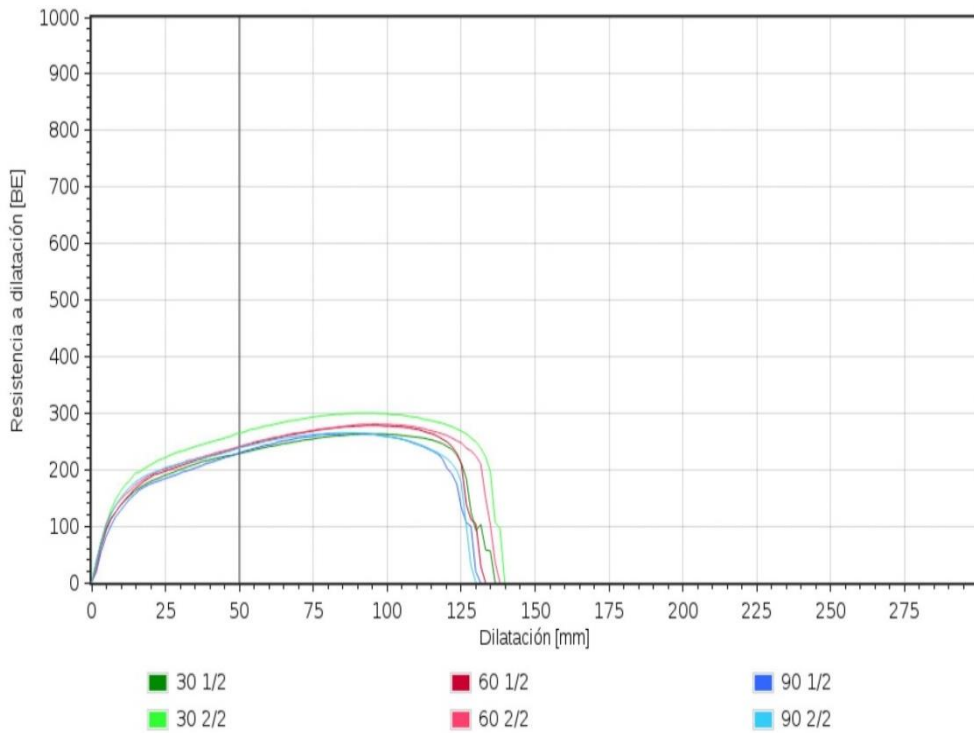
Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	15	16	16	cm ²	Energía
R ₅₀	108	122	120	BE	Resistencia a dilatación
E	67	71	62	mm	Dilatación
R _m	184	192	198	BE	Máximo
R ₅₀ /E	1,62	1,72	1,95		Coefficiente de proporción
R _m /E	2,77	2,71	3,22		Coefficiente de proporción (máx)

Anexo 38: Resultado del extensograma de la muestra testigo (HT: 100%)



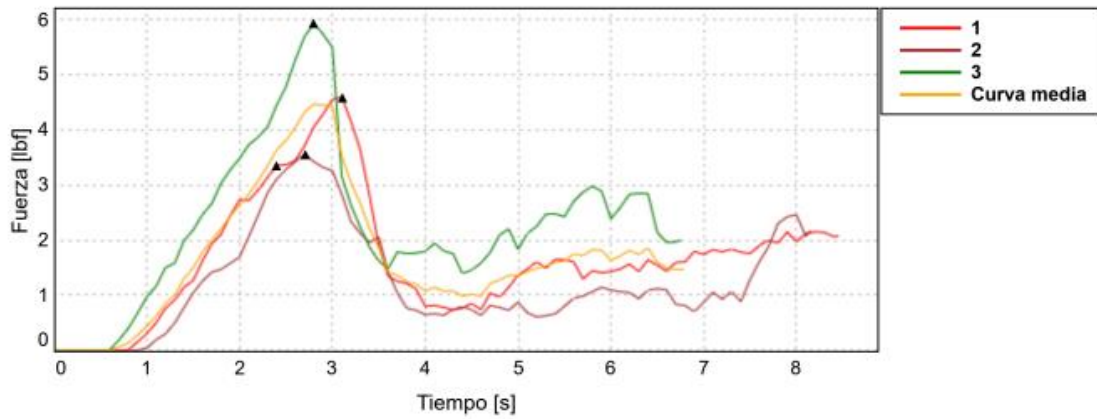
Extensograph®-E
Version 2.1.4

Prueba	Ftestigo	ID	B85zsorv9l0p
Orden		Fecha	26/5/23 11:52
Usuario	admin		
Método	AACC 30-60-90		
Puntos del tiempo de medición	30;60;90	Duplicar mediciones	✓
WA (como predefinido)	57,90		
Instrucciones			
Etiquetas			

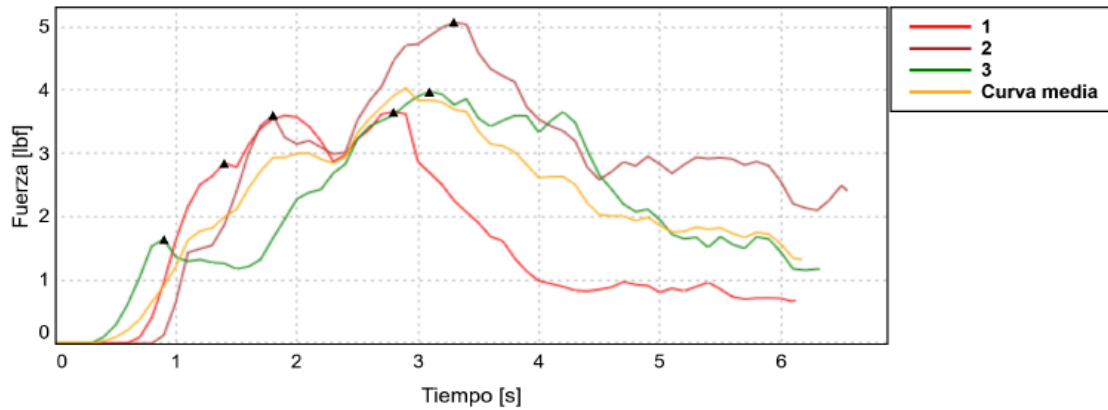


Punto	30	60	90	Unidad	Descripción
A	56	54	50	cm ²	Energía
R ₅₀	247	241	234	BE	Resistencia a dilatación
E	138	136	131	mm	Dilatación
R _m	281	279	264	BE	Máximo
R ₅₀ /E	1,79	1,78	1,79		Cocficiente de proporción
R _m /E	2,03	2,06	2,02		Cocficiente de proporción (máx)

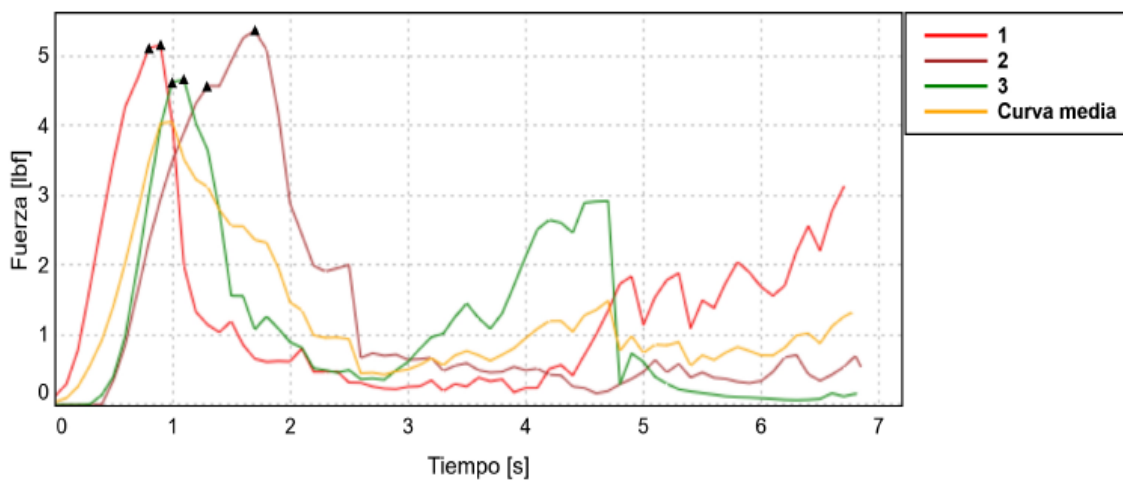
Anexo 39: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T1 (AC: 25% + CC: 25%)



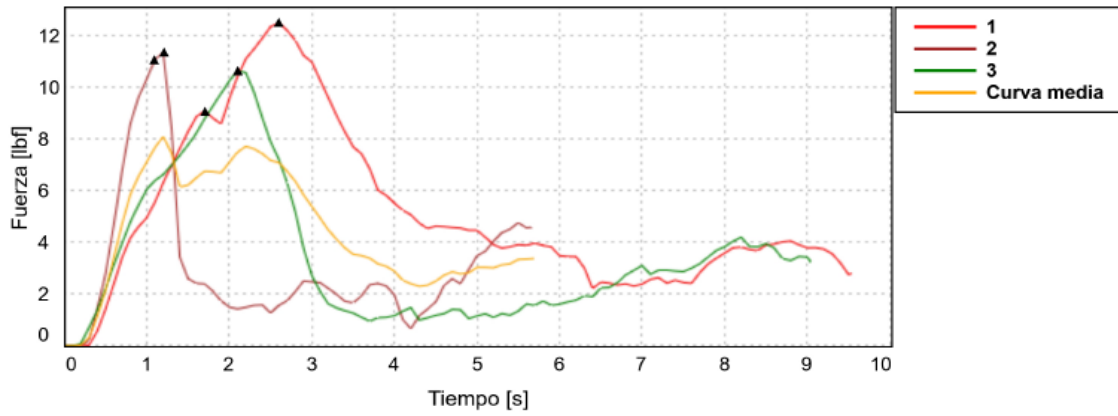
Anexo 40: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T2 (AC: 50% + CC: 25%)



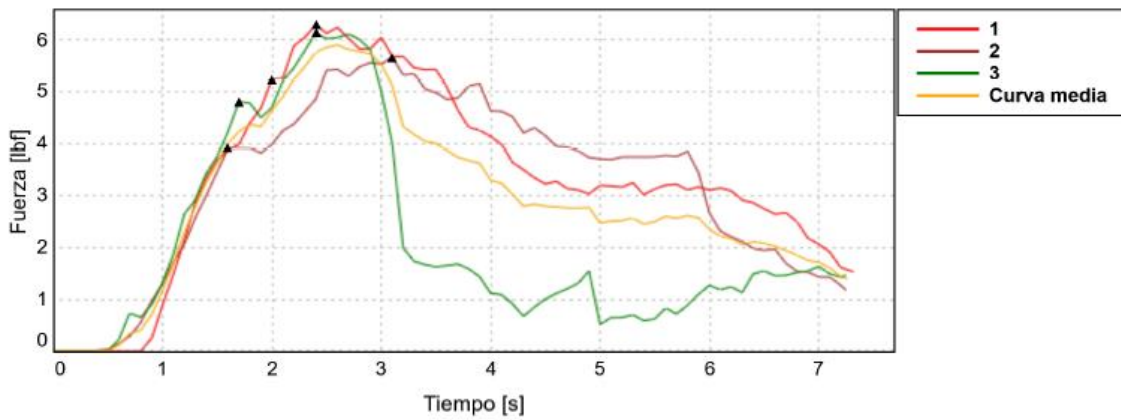
Anexo 41: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T3 (AC: 25% + CC: 50%)



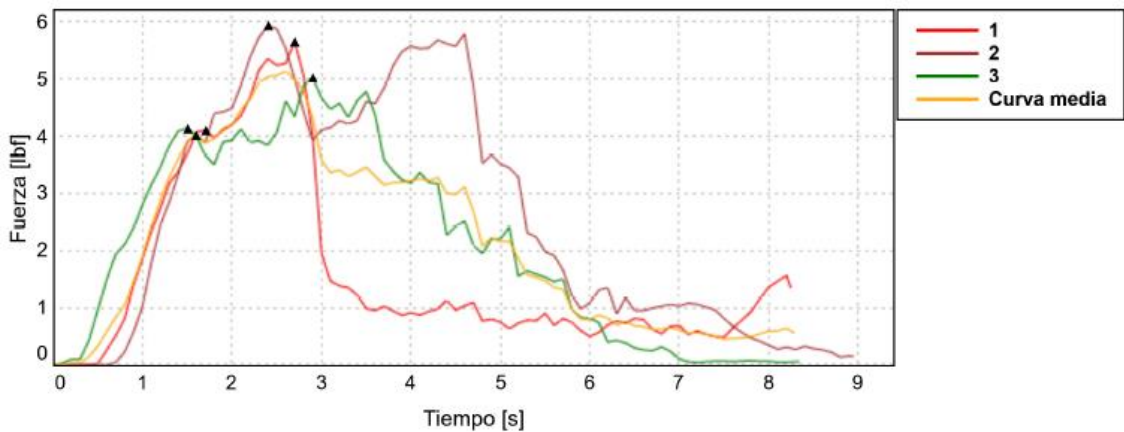
Anexo 42: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T4 (AC: 50% + CC: 50%)



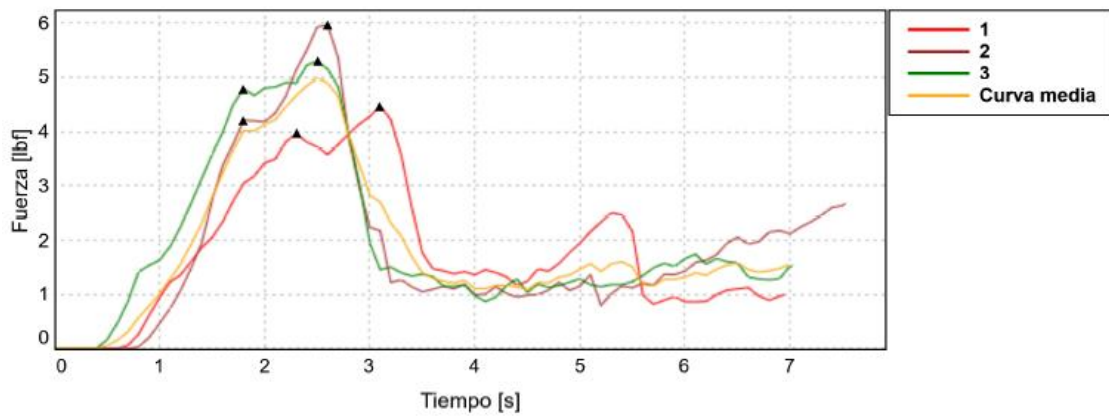
Anexo 43: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T5 (AC: 19.82% + CC: 37.50%).



Anexo 44: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T6 (AC:55.18% + CC:37.50%)



Anexo 45: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T7 (AC: 37.50% + CC: 19.82%)



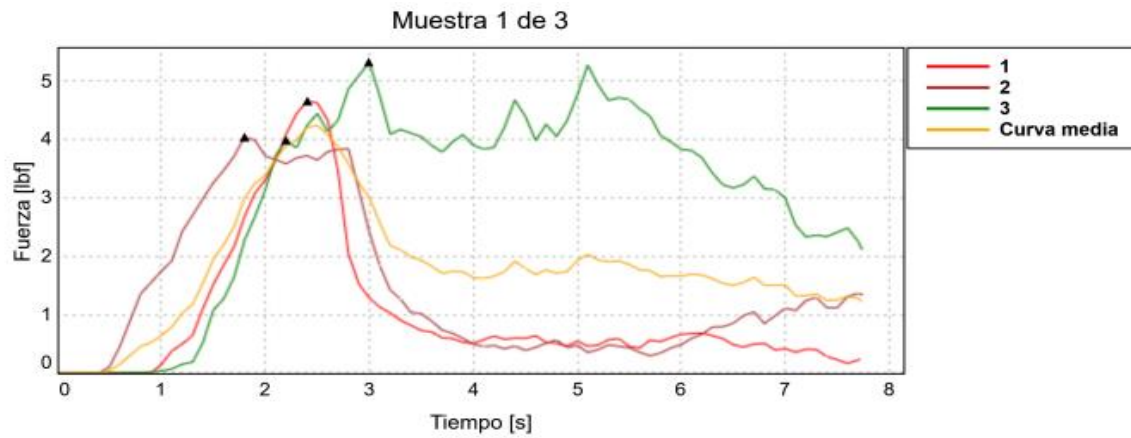
Anexo 46: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T8 (AC: 37.50% + CC: 55.18%)



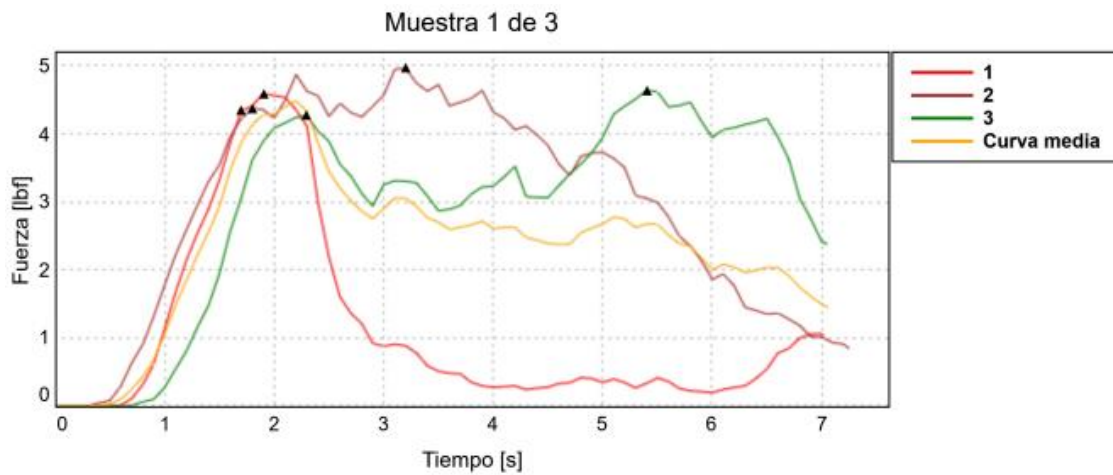
Anexo 47: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T9 (AC: 37.50% + CC: 37.50%)



Anexo 48: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T10 (AC: 37.50% + CC: 37.50%)



Anexo 49: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T11 (AC: 37.50% + CC: 37.50%)



Anexo 50: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T12 (AC: 37.50% + CC: 37.50%)



Anexo 51: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta T13 (AC: 37.50% + CC: 37.50%)



Anexo 52: Figura de la textura (Dureza y fracturabilidad) de la galleta Testigo al 100% de Margarina



Anexo 53: Análisis de Varianza de la absorción de agua (%)

Regresión de superficie de respuesta: Absorción de agua (%) vs. HC; HQ

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	23.8212	4.7642	0.91	0.525
Lineal	2	11.1070	5.5535	1.06	0.396
HC	1	3.1413	3.1413	0.60	0.464
HQ	1	7.9657	7.9657	1.52	0.257
Cuadrado	2	9.9917	4.9959	0.95	0.430
HC*HC	1	5.1750	5.1750	0.99	0.353
HQ*HQ	1	3.5315	3.5315	0.67	0.439
Interacción de 2 factores	1	2.7225	2.7225	0.52	0.494
HC*HQ	1	2.7225	2.7225	0.52	0.494
Error	7	36.6480	5.2354		
Falta de ajuste	3	36.6080	12.2027	1220.27	0.000
Error puro	4	0.0400	0.0100		
Total	12	60.4692			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2.28811	39.39%	0.00%	0.00%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{ABSORCIÓN DE AGUA} = 60.62 - 0.710 \text{ HC} + 0.320 \text{ HQ} + 0.0153 \text{ HC*HC} - 0.0127 \text{ HQ*HQ} + 0.0147 \text{ HC*HQ}$$

Anexo 54: Análisis de Varianza de la consistencia de la masa (FE)

Regresión de superficie de respuesta: consistencia de la masa (FE) vs. HC; HQ

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	9029.01	1805.80	17.71	0.001
Lineal	2	4795.92	2397.96	23.51	0.001
HC	1	3271.67	3271.67	32.08	0.001
HQ	1	1524.25	1524.25	14.95	0.006
Cuadrado	2	2864.10	1432.05	14.04	0.004
HC*HC	1	2103.13	2103.13	20.62	0.003
HQ*HQ	1	1111.00	1111.00	10.89	0.013
Interacción de 2 factores	1	1369.00	1369.00	13.42	0.008
HC*HQ	1	1369.00	1369.00	13.42	0.008
Error	7	713.91	101.99		
Falta de ajuste	3	92.71	30.90	0.20	0.892

<<continuación>>

Error puro	4	621.20	155.30
Total	12	9742.92	

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
10.0989	92.67%	87.44%	83.27%

La ecuación de regresión para la Consistencia de la masa (FE)

$$\text{Consistencia de la masa (FE)} = 592.6 + 2.37 \text{ HC} + 3.95 \text{ HQ} - 0.3091 \text{ HC*HC} - 0.2247 \text{ HQ*HQ} + 0.3289 \text{ HC*HQ}$$

Anexo 55: Análisis de Varianza de la Estabilidad de la masa (mm:ss)

Regresión de superficie de respuesta: Estabilidad de la masa (mm:ss) vs. HC; HQ

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	7.09706	1.41941	17.28	0.001
Lineal	2	5.84627	2.92314	35.58	0.000
HC	1	1.82124	1.82124	22.17	0.002
HQ	1	4.02503	4.02503	48.99	0.000
Cuadrado	2	1.24719	0.62359	7.59	0.018
HC*HC	1	0.46530	0.46530	5.66	0.049
HQ*HQ	1	0.93250	0.93250	11.35	0.012
Interacción de 2 factores	1	0.00360	0.00360	0.04	0.840
HC*HQ	1	0.00360	0.00360	0.04	0.840
Error	7	0.57511	0.08216		
Falta de ajuste	3	0.54819	0.18273	27.15	0.004
Error puro	4	0.02692	0.00673		
Total	12	7.67217			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.286633	92.50%	87.15%	71.33%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Estabilidad (mm:ss)} = 8.60 - 0.2339 \text{ HC} - 0.3317 \text{ HQ} + 0.00460 \text{ HC*HC} + 0.00651 \text{ HQ*HQ} + 0.00053 \text{ HC*HQ}$$

Anexo 56: Análisis de Varianza de la resistencia a la extensión (30 min)

Regresión de superficie de respuesta: Resistencia a la extensión (30 min) vs. HC; HQ

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	8199.7	1639.93	2.52	0.130
Lineal	2	6120.8	3060.42	4.70	0.051
HC	1	505.6	505.59	0.78	0.408
HQ	1	5615.3	5615.26	8.62	0.022
Cuadrado	2	1997.8	998.90	1.53	0.280
HC*HC	1	1744.9	1744.88	2.68	0.146
HQ*HQ	1	106.5	106.49	0.16	0.698
Interacción de 2 factores	1	81.0	81.00	0.12	0.735
HC*HQ	1	81.0	81.00	0.12	0.735
Error	7	4561.6	651.65		
Falta de ajuste	3	3666.8	1222.26	5.46	0.067
Error puro	4	894.8	223.70		
Total	12	12761.2			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)	R-cuad.(pred)
25.5275	64.25%	38.72%	0.00%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{RESISTENCIA A LA EXTENSIÓN} = 250 - 9.51 \text{ HC} + 0.30 \text{ HQ} + 0.282 \text{ HC*HC} - 0.070 \text{ HQ*HQ} - 0.080 \text{ HC*HQ}$$

Anexo 57: Análisis de Varianza de la resistencia a la extensión (60 min)

Regresión de superficie de respuesta: Resistencia a la extensión (60 min) vs. HC; HQ

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	33266.4	6653.3	20.72	0.000
Lineal	2	31269.5	15634.8	48.70	0.000
HC	1	13923.4	13923.4	43.37	0.000
HQ	1	17346.1	17346.1	54.03	0.000
Cuadrado	2	700.9	350.4	1.09	0.387
HC*HC	1	238.1	238.1	0.74	0.418
HQ*HQ	1	544.9	544.9	1.70	0.234
Interacción de 2 factores	1	1296.0	1296.0	4.04	0.084

<<continuación>>

HC*HQ	1	1296.0	1296.0	4.04	0.084
Error	7	2247.3	321.0		
Falta de ajuste	3	1540.5	513.5	2.91	0.165
Error puro	4	706.8	176.7		
Total	12	35513.7			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)	R-cuad.(pred)
17.9177	93.67%	89.15%	66.04%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{RESISTENCIA A LA EXTENSIÓN} = 169.2 + 3.68 \text{ HC} + 4.90 \text{ HQ} - 0.104 \text{ HC*HC} - 0.157 \text{ HQ*HQ} - 0.320 \text{ HC*HQ}$$

Anexo 58: Análisis de Varianza de la resistencia a la extensión (90 min)

Regresión de superficie de respuesta: Resistencia a la extensión (90 min) vs. HC; HQ

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	51588.0	10317.6	24.07	0.000
Lineal	2	48052.4	24026.2	56.06	0.000
HC	1	17443.7	17443.7	40.70	0.000
HQ	1	30608.7	30608.7	71.41	0.000
Cuadrado	2	1854.6	927.3	2.16	0.186
HC*HC	1	23.2	23.2	0.05	0.823
HQ*HQ	1	1854.0	1854.0	4.33	0.076
Interacción de 2 factores	1	1681.0	1681.0	3.92	0.088
HC*HQ	1	1681.0	1681.0	3.92	0.088
Error	7	3000.3	428.6		
Falta de ajuste	3	1479.1	493.0	1.30	0.391
Error puro	4	1521.2	380.3		
Total	12	54588.3			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)	R-cuad.(pred)
20.7031	94.50%	90.58%	76.38%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{RESISTENCIA A LA EXTENSIÓN} = 182.3 + 1.29 \text{ HC} + 8.29 \text{ HQ} - 0.032 \text{ HC*HC} - 0.290 \text{ HQ*HQ} - 0.364 \text{ HC*HQ}$$

Anexo 59: Análisis de Varianza de la Extensibilidad (30 min)

Regresión de superficie de respuesta: Extensibilidad (30 min) vs. HC; HQ

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	1708.82	341.76	8.37	0.007
Lineal	2	1617.05	808.53	19.79	0.001
HC	1	1141.67	1141.67	27.95	0.001
HQ	1	475.38	475.38	11.64	0.011
Cuadrado	2	79.52	39.76	0.97	0.424
HC*HC	1	73.48	73.48	1.80	0.222
HQ*HQ	1	1.74	1.74	0.04	0.842
Interacción de 2 factores	1	12.25	12.25	0.30	0.601
HC*HQ	1	12.25	12.25	0.30	0.601
Error	7	285.95	40.85		
Falta de ajuste	3	165.95	55.32	1.84	0.280
Error puro	4	120.00	30.00		
Total	12	1994.77			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
6.39138	85.67%	75.43%	31.44%

La ecuación de regresión para la Extensibilidad (30 min)

$$\text{Extensibilidad (30 min)} = 123.3 - 3.07 \text{ HC} - 0.17 \text{ HQ} + 0.0578 \text{ HC*HC} - 0.0089 \text{ HQ*HQ} - 0.0311 \text{ HC*HQ}$$

Anexo 60: Análisis de Varianza de la extensibilidad (60 min)

Regresión de superficie de respuesta: Extensibilidad (60 min) vs. HC; HQ

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	2312.90	462.58	19.82	0.001
Lineal	2	2159.40	1079.70	46.25	0.000
HC	1	1220.46	1220.46	52.28	0.000
HQ	1	938.94	938.94	40.22	0.000
Cuadrado	2	152.51	76.25	3.27	0.100
HC*HC	1	150.42	150.42	6.44	0.039
HQ*HQ	1	9.20	9.20	0.39	0.550
Interacción de 2 factores	1	1.00	1.00	0.04	0.842
HC*HQ	1	1.00	1.00	0.04	0.842
Error	7	163.40	23.34		
Falta de ajuste	3	78.60	26.20	1.24	0.407
Error puro	4	84.80	21.20		
Total	12	2476.31			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
4.83149	93.40%	88.69%	72.08%

La ecuación de regresión para la Extensibilidad (60 min)

$$\text{Extensibilidad (60 min)} = 149.2 - 4.38 \text{ HC} - 2.00 \text{ HQ} + 0.0827 \text{ HC*HC} + 0.0204 \text{ HQ*HQ} - 0.0089 \text{ HC*HQ}$$

Anexo 61: Análisis de Varianza de la Extensibilidad (90 min).

Regresión de superficie de respuesta: Extensibilidad (90 min) vs. HC; HQ

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	2392.89	478.58	68.65	0.000
Lineal	2	2213.00	1106.50	158.72	0.000
HC	1	1120.28	1120.28	160.70	0.000
HQ	1	1092.72	1092.72	156.75	0.000
Cuadrado	2	170.89	85.45	12.26	0.005
HC*HC	1	167.03	167.03	23.96	0.002
HQ*HQ	1	0.07	0.07	0.01	0.923
Interacción de 2 factores	1	9.00	9.00	1.29	0.293
HC*HQ	1	9.00	9.00	1.29	0.293
Error	7	48.80	6.97		
Falta de ajuste	3	22.00	7.33	1.09	0.448
Error puro	4	26.80	6.70		
Total	12	2441.69			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2.64	98.00%	96.57%	91.88%

La ecuación de regresión para la Extensibilidad (90 min)

$$\text{Extensibilidad (90 min)} = 150.4 - 5.093 \text{ HC} - 1.963 \text{ HQ} + 0.0871 \text{ HC*HC} - 0.0018 \text{ HQ*HQ} + 0.0267 \text{ HC*HQ}$$

Anexo 62: Análisis de Varianza de la humedad (%)

Regresión de superficie de respuesta: Humedad vs. AC; CC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	2.40164	0.48033	4.89	0.030
Lineal	2	0.68941	0.34471	3.51	0.088
AC	1	0.67941	0.67941	6.92	0.034
CC	1	0.01000	0.01000	0.10	0.759
Cuadrado	2	0.27223	0.13612	1.39	0.311
AC*AC	1	0.19517	0.19517	1.99	0.202
CC*CC	1	0.04735	0.04735	0.48	0.510
Interacción de 2 factores	1	1.44000	1.44000	14.66	0.006
AC*CC	1	1.44000	1.44000	14.66	0.006
Error	7	0.68759	0.09823		
Falta de ajuste	3	0.25559	0.08520	0.79	0.560
Error puro	4	0.43200	0.10800		
Total	12	3.08923			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.313412	77.74%	61.84%	19.32%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Humedad (\%)} = 6.21 - 0.0403 \text{ AC} - 0.1808 \text{ CC} - 0.001072 \text{ AC*AC} + 0.000528 \text{ CC*CC} + 0.00384 \text{ AC*CC}$$

Anexo 63: Análisis de Varianza de la ceniza (%)

Regresión de superficie de respuesta: CENIZA (%) vs. AC; CC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	2.04271	0.40854	0.90	0.531
Lineal	2	1.15376	0.57688	1.27	0.339
AC	1	1.07792	1.07792	2.37	0.168
CC	1	0.07584	0.07584	0.17	0.695
Cuadrado	2	0.61978	0.30989	0.68	0.537
AC*AC	1	0.23232	0.23232	0.51	0.498
CC*CC	1	0.46242	0.46242	1.02	0.347
Interacción de 2 factores	1	0.26916	0.26916	0.59	0.467
AC*CC	1	0.26916	0.26916	0.59	0.467
Error	7	3.18327	0.45475		
Falta de ajuste	3	2.01858	0.67286	2.31	0.218

<<continuación>>

Error puro	4	1.16469	0.29117
Total	12	5.22597	

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)	R-cuad.(pred)
0.674354	39.09%	0.00%	0.00%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{CENIZAS (\%)} = 6.73 - 0.121 \text{ AC} - 0.178 \text{ CC} + 0.00117 \text{ AC*AC} + 0.00165 \text{ CC*CC} + 0.00166 \text{ AC*CC}$$

Anexo 64: Análisis de Varianza de la proteína (%)

Regresión de superficie de respuesta: PROTEÍNA (%) vs. AC; CC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	3.8795	0.77590	0.21	0.950
Lineal	2	3.5936	1.79678	0.48	0.639
AC	1	2.7945	2.79455	0.74	0.417
CC	1	0.7990	0.79901	0.21	0.659
Cuadrado	2	0.2375	0.11877	0.03	0.969
AC*AC	1	0.0176	0.01757	0.00	0.947
CC*CC	1	0.2005	0.20045	0.05	0.824
Interacción de 2 factores	1	0.0484	0.04840	0.01	0.913
AC*CC	1	0.0484	0.04840	0.01	0.913
Error	7	26.3555	3.76507		
Falta de ajuste	3	15.4942	5.16473	1.90	0.271
Error puro	4	10.8613	2.71532		
Total	12	30.2350			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)	R-cuad.(pred)
1.94038	12.83%	0.00%	0.00%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{PROTEÍNA (\%)} = 7.9 + 0.045 \text{ AC} - 0.083 \text{ CC} - 0.00032 \text{ AC*AC} + 0.00109 \text{ CC*CC} + 0.00070 \text{ AC*CC}$$

Anexo 65: Análisis de Varianza del Índice de Peróxido (Meq/Kg)

Regresión de superficie de respuesta: Índice de Peróxido (Meq/Kg) vs. AC; CC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	0.283687	0.056737	1.35	0.347
Lineal	2	0.114600	0.057300	1.36	0.317
AC	1	0.032528	0.032528	0.77	0.409
CC	1	0.082072	0.082072	1.95	0.206
Cuadrado	2	0.166587	0.083293	1.97	0.209
AC*AC	1	0.149048	0.149048	3.53	0.102
CC*CC	1	0.033000	0.033000	0.78	0.406
Interacción de 2 factores	1	0.002500	0.002500	0.06	0.815
AC*CC	1	0.002500	0.002500	0.06	0.815
Error	7	0.295282	0.042183		
Falta de ajuste	3	0.186362	0.062121	2.28	0.221
Error puro	4	0.108920	0.027230		
Total	12	0.578969			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.205385	49.00%	12.57%	0.00%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Índice de Peróxido (Meq/kg)} = 98 - 0.0592 \text{ AC} - 0.0352 \text{ CC} + 0.000937 \text{ AC*AC} + 0.000441 \text{ CC*CC} - 0.000160 \text{ AC*CC}$$

Anexo 66: Análisis de Varianza de la Acidez (%)

Regresión de superficie de respuesta: Acidez (%) vs. AC; CC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	0.004427	0.000885	2.21	0.165
Lineal	2	0.000193	0.000097	0.24	0.792
AC	1	0.000010	0.000010	0.02	0.881
CC	1	0.000184	0.000184	0.46	0.520
Cuadrado	2	0.001987	0.000993	2.48	0.153
AC*AC	1	0.000842	0.000842	2.10	0.190
CC*CC	1	0.001393	0.001393	3.48	0.104
Interacción de 2 factores	1	0.002247	0.002247	5.61	0.050

<<continuación>>

AC*CC	1	0.002247	0.002247	5.61	0.050
Error	7	0.002803	0.000400		
Falta de ajuste	3	0.001682	0.000561	2.00	0.256
Error puro	4	0.001121	0.000280		
Total	12	0.007230			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)	R-cuad.(pred)
0.0200121	61.23%	33.53%	0.00%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{ACIDEZ (\%)} = 0.059 + 0.00032 \text{ AC} - 0.00149 \text{ CC} + 0.000070 \text{ AC*AC} + 0.000091 \text{ CC*CC} - 0.000152 \text{ AC*CC}$$

Anexo 67: Análisis de Varianza del peso (g)

Regresión de superficie de respuesta: PESO (%) vs. AC; CC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	11.4852	2.29703	4.04	0.048
Lineal	2	6.1743	3.08717	5.43	0.038
AC	1	6.1739	6.17387	10.86	0.013
CC	1	0.0005	0.00046	0.00	0.978
Cuadrado	2	3.2564	1.62819	2.86	0.123
AC*AC	1	0.0306	0.03057	0.05	0.823
CC*CC	1	3.2527	3.25267	5.72	0.048
Interacción de 2 factores	1	2.0544	2.05444	3.61	0.099
AC*CC	1	2.0544	2.05444	3.61	0.099
Error	7	3.9783	0.56833		
Falta de ajuste	3	3.0005	1.00017	4.09	0.104
Error puro	4	0.9778	0.24446		
Total	12	15.4635			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.753880	74.27%	55.90%	0.00%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Peso (g)} = 21.46 - 0.134 \text{ AC} - 0.501 \text{ CC} + 0.00042 \text{ AC*AC} + 0.00438 \text{ CC*CC} + 0.00459 \text{ AC*CC}$$

Anexo 68: Análisis de Varianza del espesor (mm)

Regresión de superficie de respuesta: Espesor (mm) vs. AC; CC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	7.6858	1.53717	4.42	0.039
Lineal	2	1.9912	0.99558	2.86	0.123
AC	1	0.3380	0.33802	0.97	0.357
CC	1	1.6531	1.65314	4.76	0.066
Cuadrado	2	0.0778	0.03888	0.11	0.896
AC*AC	1	0.0720	0.07202	0.21	0.663
CC*CC	1	0.0121	0.01213	0.03	0.857
Interacción de 2 factores	1	5.6169	5.61690	16.16	0.005
AC*CC	1	5.6169	5.61690	16.16	0.005
Error	7	2.4330	0.34757		
Falta de ajuste	3	0.6275	0.20916	0.46	0.723
Error puro	4	1.8055	0.45138		
Total	12	10.1188			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.589552	75.96%	58.78%	28.02%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Espesor (mm)} = 14.44 - 0.219 \text{ AC} - 0.228 \text{ CC} - 0.00065 \text{ AC*AC} - 0.00027 \text{ CC*CC} + 0.00758 \text{ AC*CC}$$

Anexo 69: Análisis de Varianza del Coeficiente de excentricidad

Regresión de superficie de respuesta: Coeficiente de excentricidad vs. AC; CC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	0.000760	0.000152	10.00	0.004
Lineal	2	0.000704	0.000352	23.16	0.001
AC	1	0.000350	0.000350	23.05	0.002
CC	1	0.000354	0.000354	23.26	0.002
Cuadrado	2	0.000025	0.000013	0.84	0.472
AC*AC	1	0.000022	0.000022	1.44	0.269
CC*CC	1	0.000002	0.000002	0.10	0.757
Interacción de 2 factores	1	0.000030	0.000030	1.99	0.201
AC*CC	1	0.000030	0.000030	1.99	0.201
Error	7	0.000106	0.000015		

<<continuación>>

Falta de ajuste	3	0.000100	0.000033	19.53	0.007
Error puro	4	0.000007	0.000002		
Total	12	0.000866			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad.(pred)
0.0038985	87.71%	78.94%	16.99%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Coeficiente de Excentricidad} = 0.0121 + 0.000721 \text{ AC} - 0.000356 \text{ CC} - 0.000011 \text{ AC*AC} + 0.000003 \text{ CC*CC} + 0.000018 \text{ AC*CC}$$

Anexo 70: Análisis de Varianza del Coeficiente de dilatación

Regresión de superficie de respuesta: Coeficiente de dilatación vs. AC; CC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	0.007768	0.001554	3.48	0.067
Lineal	2	0.002061	0.001030	2.31	0.170
AC	1	0.001267	0.001267	2.84	0.136
CC	1	0.000794	0.000794	1.78	0.224
Cuadrado	2	0.001688	0.000844	1.89	0.220
AC*AC	1	0.001377	0.001377	3.09	0.122
CC*CC	1	0.000160	0.000160	0.36	0.569
Interacción de 2 factores	1	0.004019	0.004019	9.01	0.020
AC*CC	1	0.004019	0.004019	9.01	0.020
Error	7	0.003121	0.000446		
Falta de ajuste	3	0.002258	0.000753	3.49	0.129
Error puro	4	0.000863	0.000216		
Total	12	0.010889			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)	R-cuad.(pred)
0.0211159	71.34%	50.86%	0.00%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{COEFICIENTE DE DILATACIÓN} = -0.883 + 0.01335 \text{ AC} + 0.00451 \text{ CC} - 0.000090 \text{ AC*AC} + 0.000031 \text{ CC*CC} - 0.000203 \text{ AC*CC}$$

Anexo 71: Análisis de Varianza del volumen (cm³) de las galletas

Regresión de superficie de respuesta: VOLUMEN (cm³) vs. AC; CC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	0.149661	0.029932	1.41	0.326
Lineal	2	0.027770	0.013885	0.66	0.548
AC	1	0.001471	0.001471	0.07	0.800
CC	1	0.026299	0.026299	1.24	0.302
Cuadrado	2	0.051674	0.025837	1.22	0.351
AC*AC	1	0.050195	0.050195	2.37	0.168
CC*CC	1	0.000079	0.000079	0.00	0.953
Interacción de 2 factores	1	0.070217	0.070217	3.31	0.112
AC*CC	1	0.070217	0.070217	3.31	0.112
Error	7	0.148332	0.021190		
Falta de ajuste	3	0.075880	0.025293	1.40	0.366
Error puro	4	0.072452	0.018113		
Total	12	0.297993			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)	R-cuad.(pred)
0.145569	50.22%	14.67%	0.00%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{VOLUMEN (cm}^3\text{)} = 1.989 + 0.0079 \text{ AC} - 0.0288 \text{ CC} - 0.000544 \text{ AC*AC} + 0.000022 \text{ CC*CC} + 0.000848 \text{ AC*CC}$$

Anexo 72: Análisis de Varianza del Rendimiento (%)

Regresión de superficie de respuesta: Rendimiento (%) vs. AC; CC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	4.02884	0.80577	2.07	0.184
Lineal	2	3.09729	1.54864	3.98	0.070
AC	1	2.30656	2.30656	5.93	0.045
CC	1	0.79073	0.79073	2.03	0.197
Cuadrado	2	0.12155	0.06077	0.16	0.858
AC*AC	1	0.11154	0.11154	0.29	0.609
CC*CC	1	0.02038	0.02038	0.05	0.825

<<continuación>>

Interacción de 2 factores	1	0.81000	0.81000	2.08	0.192
AC*CC	1	0.81000	0.81000	2.08	0.192
Error	7	2.72066	0.38867		
Falta de ajuste	3	2.27878	0.75959	6.88	0.047
Error puro	4	0.44188	0.11047		
Total	12	6.74949			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.623430	59.69%	30.90%	0.00%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{RENDIMIENTO (\%)} = 96.97 - 0.126 \text{ AC} - 0.159 \text{ CC} + 0.00081 \text{ AC*AC} + 0.00035 \text{ CC*CC} + 0.00288 \text{ AC*CC}$$

Anexo 73: Análisis de Varianza de la dureza (N) de las galletas

Regresión de superficie de respuesta: DUREZA (N) vs. AC; CC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	587.99	117.599	3.60	0.063
Lineal	2	159.67	79.833	2.44	0.157
AC	1	43.97	43.969	1.35	0.284
CC	1	115.70	115.698	3.54	0.102
Cuadrado	2	56.22	28.112	0.86	0.463
AC*AC	1	45.56	45.557	1.39	0.276
CC*CC	1	16.96	16.963	0.52	0.495
Interacción de 2 factores	1	372.10	372.102	11.38	0.012
AC*CC	1	372.10	372.102	11.38	0.012
Error	7	228.79	32.684		
Falta de ajuste	3	214.21	71.403	19.59	0.007
Error puro	4	14.58	3.645		
Total	12	816.78			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)	R-cuad.(pred)
5.71699	71.99%	51.98%	0.00%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{DUREZA} = 127.9 - 3.36 \text{ AC} - 2.76 \text{ CC} + 0.0164 \text{ AC*AC} + 0.0100 \text{ CC*CC} + 0.0617 \text{ AC*CC}$$

Anexo 74: Análisis de Varianza de la fracturabilidad (N) de las galletas

Regresión de superficie de respuesta: FRACTURABILIDAD vs. AC; CC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	729.87	145.975	5.99	0.018
Lineal	2	268.35	134.176	5.51	0.037
AC	1	12.55	12.548	0.52	0.496
CC	1	255.80	255.803	10.50	0.014
Cuadrado	2	46.25	23.127	0.95	0.432
AC*AC	1	12.84	12.838	0.53	0.491
CC*CC	1	38.42	38.424	1.58	0.249
Interacción de 2 factores	1	415.27	415.268	17.05	0.004
AC*CC	1	415.27	415.268	17.05	0.004
Error	7	170.53	24.361		
Falta de ajuste	3	160.44	53.480	21.21	0.006
Error puro	4	10.08	2.521		
Total	12	900.40			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)	R-cuad.(pred)
4.93567	81.06%	67.53%	0.00%

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{FRACTURABILIDAD} = 122.2 - 3.00 \text{ AC} - 3.12 \text{ CC} + 0.0087 \text{ AC*AC} + 0.0150 \text{ CC*CC} + 0.0652 \text{ AC*CC}$$

Anexo 75: Análisis de Varianza del Atributo Color de las galletas

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variable	N	R²	R² Aj	CV
OLOR	1400	0.45	0.40	14.99

CUADRO DEL ANALISIS DE VARIANZA (SC TIPO III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO	678.45	112	6.06	9.22	<0.0001
TRATAMIENTOS	254.16	13	19.55	29.75	<0.0001
JUECES NO ENTRENADOS	424.30	99	4.29	6.52	<0.0001
ERROR	845.84	1287	0.66		
TOTAL	1524.30	1399			

TEST: TUKEY ALFA = 0.05 DMS = 0.38545

Error: 0.6572 gl: 1287

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.							
GT	6.30	100	0.08	A						
T7	6.01	100	0.08	A	B					
T5	5.66	100	0.08		B	C				
T9	5.61	100	0.08			C	D			
T1	5.60	100	0.08			C	D			
T10	5.53	100	0.08			C	D	E		
T13	5.42	100	0.08			C	D	E		
T3	5.25	100	0.08				D	E	F	
T8	5.25	100	0.08				D	E	F	
T12	5.24	100	0.08				D	E	F	
T2	5.20	100	0.08					E	F	
T6	5.17	100	0.08					E	F	
T11	5.02	100	0.08						F	
T4	4.46	100	0.08							G

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

Anexo 76: Análisis de Varianza del Atributo Sabor de las galletas

ANALISIS DE LA VARIANZA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	1400	0.32	0.26	17.83

CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO	572.17	112	5.11	5.46	<0.0001
TRATAMIENTOS	168.10	13	12.93	13.83	<0.0001
JUECES NO ENTRENADOS	404.07	99	4.09	4.37	<0.0001
ERROR	1203.19	1287	0.93		
TOTAL	1775.36	1399			

TEST: TUKEY ALFA = 0.05 DMS = 45971

Error: 0.9349 gl: 1287

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.						
T1	6.10	100	0.10	A					
T7	5.79	100	0.10	A	B				
T10	5.77	100	0.10	A	B				
T9	5.75	100	0.10	A	B	C			
T13	5.54	100	0.10		B	C	D		
T12	5.46	100	0.10		B	C	D	E	
T5	5.44	100	0.10		B	C	D	E	
T6	5.43	100	0.10		B	C	D	E	
T11	5.30	100	0.10			C	D	E	
T8	5.28	100	0.10				D	E	
T3	5.18	100	0.10				D	E	
T2	5.08	100	0.10					E	F
GT	5.07	100	0.10					E	F
T4	4.71	100	0.10						F

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

Anexo 77: Análisis de Varianza del Atributo Olor de las galletas

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
OLOR	1400	0.45	0.40	15.43

CUADRO DEL ANALISIS DE VARIANZA (SC TIPO III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO	694.56	112	6.20	9.36	<0.0001
TRATAMIENTOS	150.55	13	11.58	17.47	<0.0001
JUECES NO ENTRENADOS	544.00	99	5.49	8.29	<0.0001
ERROR	853.02	1287	0.66		
TOTAL	1547.57	1399			

Error: 0.6628 gl: 1287

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.					
T9	6.03	100	0.08	A				
T7	5.78	100	0.08	A	B			
T5	5.41	100	0.08		B	C		
T1	5.39	100	0.08			C	D	
T13	5.33	100	0.08			C	D	
T10	5.30	100	0.08			C	D	
T6	5.25	100	0.08			C	D	

<<continuación>>

GT	5.25	100	0.08	C	D
T12	5.21	100	0.08	C	D
T11	5.19	100	0.08	C	D
T8	5.08	100	0.08	C	D
T2	5.04	100	0.08	C	D
T3	5.01	100	0.08		D
T4	4.59	100	0.08		

E

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

Anexo 78: Análisis de Varianza del Atributo Textura de las galletas

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEXTURA	1400	0.46	0.42	16.05

CUADRO DEL ANALISIS DE VARIANZA (SC TIPO III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	849.86	112	7.59	9.89	<0.0001
Tratamientos	272.73	13	20.98	27.34	<0.0001
Jueces	577.13	99	5.83	7.60	<0.0001
Error	987.48	1287	0.77		
Total	1837.34	1399			

TEST: TUKEY ALFA=0.05 DMS=0.41647

TRATAMIENTOS	N	Medias					
T9	100	6.17	A				
T7	100	6.02	A	B			
T5	100	6.00	A	B	C		
Galleta Testigo	100	5.62		B	C	D	
T6	100	5.59			C	D	
T1	100	5.57				D	
T10	100	5.54				D	
T13	100	5.52				D	
T12	100	5.38				D	E
T11	100	5.37				D	E
T2	100	5.27				D	E
T8	100	5.01					E
T3	100	4.8					F
T4	100	4.53					

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

Anexo 79: Análisis de Varianza del Atributo Apariencia General de las galletas

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Apariencia general	5600	0.33	0.31	16.85

CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO	2188.70	112	19.54	23.67	<0.0001
TRATAMIENTOS	652.25	13	50.17	60.76	<0.0001
JUECES NO ENTRENADOS	1536.45	99	15.52	18.80	<0.0001
ERROR	4530.72	5487	0.83		
TOTAL	6719.42	5599			

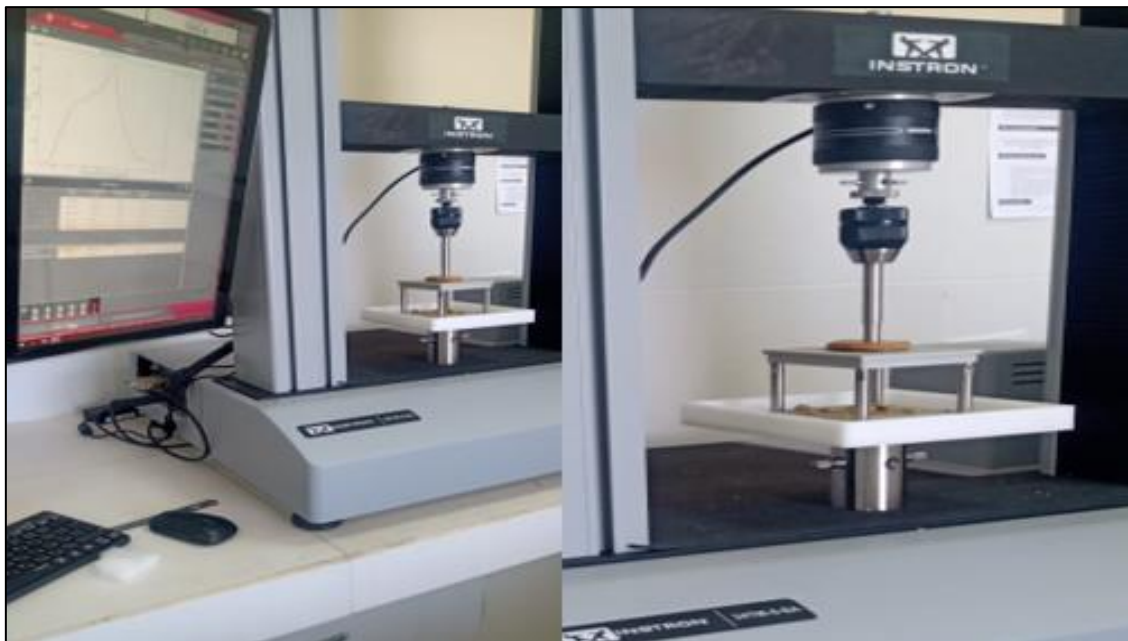
TEST: TUKEY ALFA = 0.05 DMS = 0.21602

Error: 0.8257 gl: 5487

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.							
T7	5.90	400	0.05	A						
T9	5.89	400	0.05	A						
T1	5.67	400	0.05		B					
T5	5.63	400	0.05		B					
Galleta Testigo	5.56	400	0.05		B	C				
T10	5.54	400	0.05		B	C	D			
T13	5.51	400	0.05		B	C	D			
T6	5.36	400	0.05			C	D	E		
T12	5.32	400	0.05				D	E		
T11	5.22	400	0.05					E	F	
T8	5.15	400	0.05					E	F	
T2	5.15	400	0.05					E	F	
T3	5.06	400	0.05						F	
T4	4.57	400	0.05							G

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

Anexo 80: *Análisis de la textura de la galleta con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña*



Anexo 81: *Panel fotográfico del análisis farinográfico de las mezclas de harina de cañihua y quinua*



Anexo 82: Panel fotográfico del análisis extensográfico de la masa de harina de cañihua y quinua



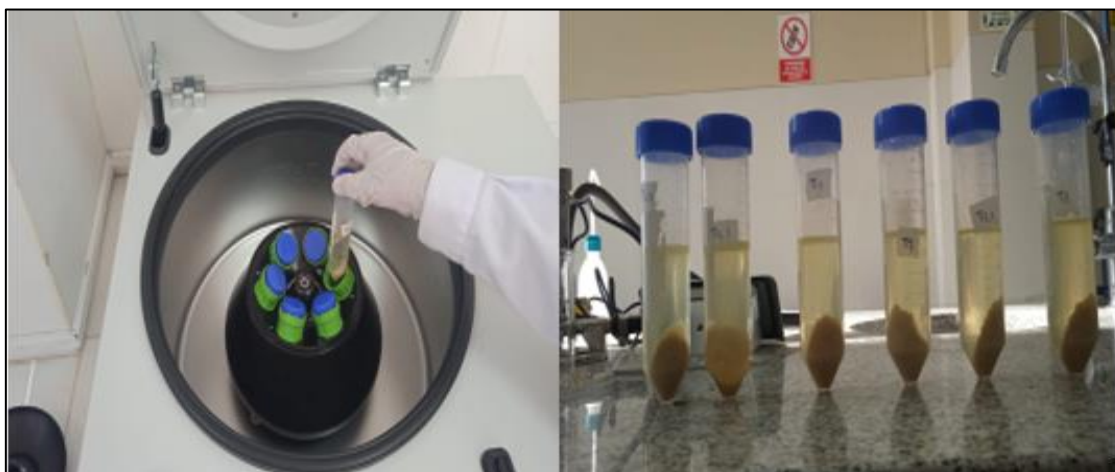
Anexo 83: Panel fotográfico de la evaluación de las características físicas de las galletas



Anexo 84: Panel fotográfico del análisis de la humedad de las galletas



Anexo 85: Panel fotográfico del análisis de acidez de las galletas



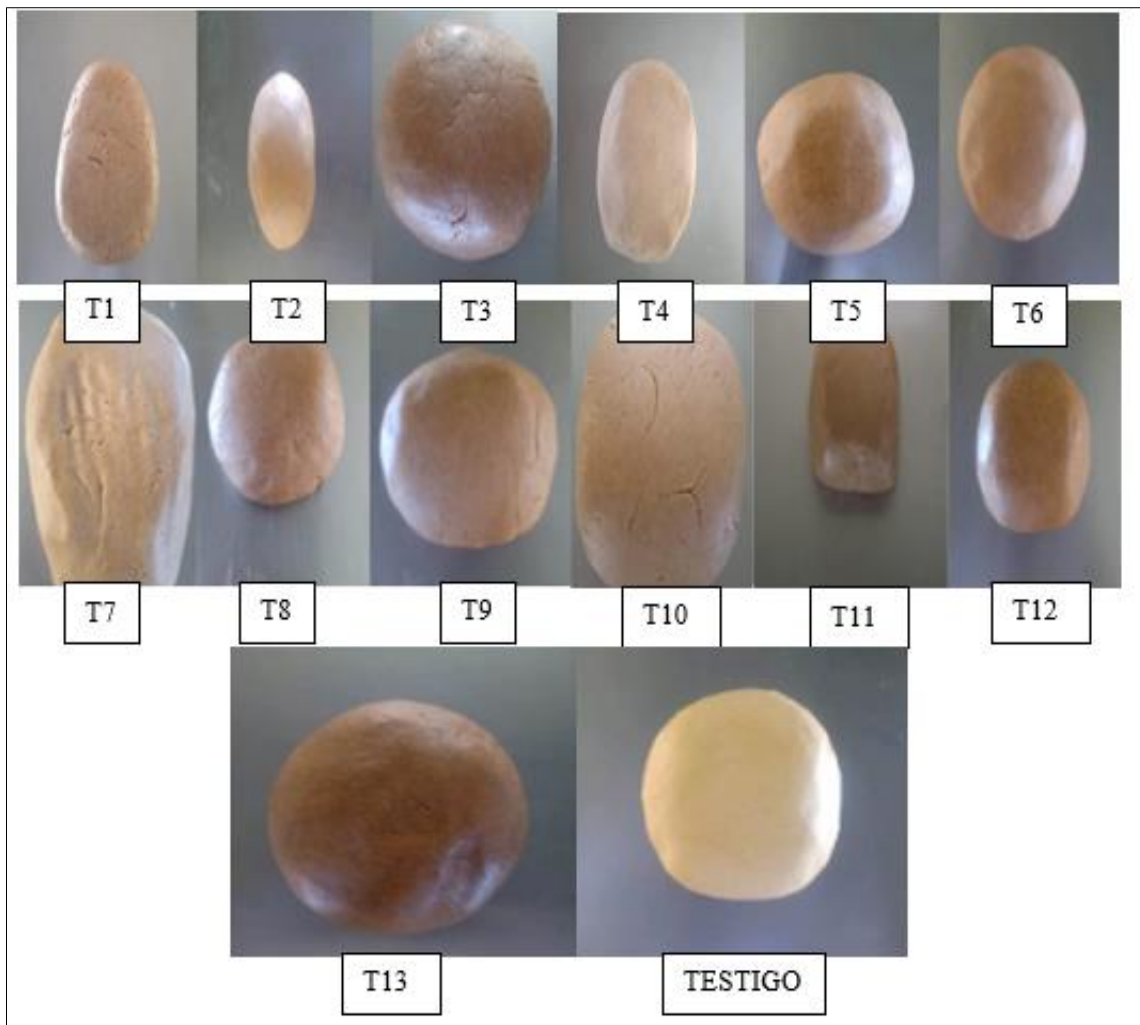
Anexo 86: Panel fotográfico del análisis de cenizas de las galletas





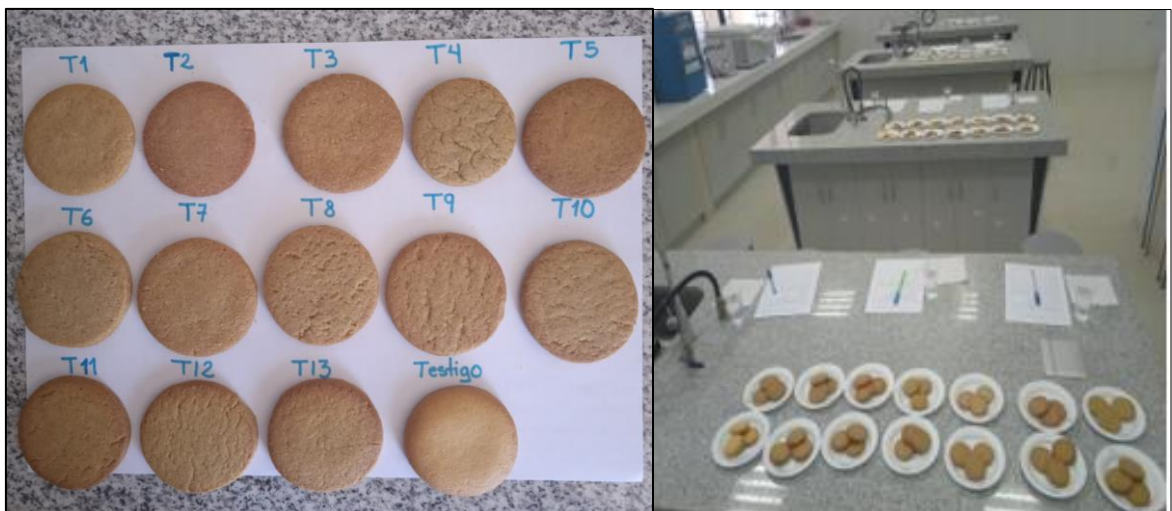
Anexo 87: *Proceso de elaboración de las galletas con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña*







Anexo 88: Evaluación sensorial de las galletas





Anexo 89: Resultado de la evaluación sensorial de las galletas

CARTILLA DE EVALUACION SENSORIAL – ESCALA HEDÓNICA

Nombre: Marco Antonio Apaza Zela Fecha: 16/06/2023

Edad: 21

Producto: Galletas nutritivas a base de harina de trigo, cañihua y quinua con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña.

Pruebe por favor las muestras en orden que le da e identifique su nivel de agrado en cuanto a los atributos presentados de acuerdo con la siguiente escala.

- | | |
|------------------------------|------------------|
| 1 Me disgusta mucho | 5 Me gusta poco |
| 2 Me disgusta | 6 Me gusta |
| 3 Me disgusta poco | 7 Me gusta mucho |
| 4 No me gusta ni me disgusta | |

MUESTRA	CALIFICACIÓN				
	COLOR	SABOR	OLOR	TEXTURA	APARIENCIA GENERAL
T1	6	6	6	6	6
T2	6	6	7	6	7
T3	7	7	7	7	7
T4	5	5	5	6	5
T5	4	4	5	4	5
T6	5	5	6	5	5
T7	6	6	6	7	7
T8	6	6	6	6	6
T9	7	7	7	7	7
T10	5	5	5	6	6
T11	4	5	5	5	6
T12	6	6	6	6	7
T13	5	5	6	6	6
Galleta Testigo	5	5	7	7	6

Comentarios:

.....

MUCHAS GRACIAS.

Anexo 90: Resultados de la evaluación sensorial de las galletas en el atributo color

COLOR														
JUECES NO ENTRENADOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	GT
1	6	6	6	3	5	5	6	7	7	5	4	5	5	7
2	5	4	5	5	5	5	6	5	6	6	5	6	5	7
3	5	4	6	5	6	6	6	5	6	5	6	6	7	7
4	5	6	6	4	6	5	6	5	5	5	5	5	6	6
5	5	5	5	5	6	5	7	5	5	5	5	6	6	7
6	5	4	6	5	6	5	7	6	6	5	5	6	7	6
7	7	6	6	5	6	6	6	5	6	6	6	6	6	7
8	7	5	6	6	4	4	5	4	4	5	5	6	7	7
9	6	5	6	5	5	4	6	5	5	6	5	6	6	6
10	6	5	5	4	5	6	6	5	6	5	4	5	4	6
11	6	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7
12	5	6	5	6	7	5	6	4	4	5	4	5	6	6
13	5	4	6	4	6	4	6	4	6	6	4	5	6	7
14	6	3	5	3	6	3	6	7	7	6	5	5	6	7
15	5	4	6	3	6	3	5	4	5	5	5	5	6	7
16	4	4	5	3	6	3	5	3	5	5	5	4	6	7
17	5	4	6	4	6	5	6	6	7	4	4	5	6	3
18	4	7	6	3	6	5	5	5	6	6	4	4	4	7
19	6	5	3	4	6	4	5	3	5	5	4	6	4	7
20	5	5	4	4	6	4	6	6	5	7	3	4	5	6
21	6	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	6
22	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5
23	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4
24	6	5	6	4	6	5	6	5	4	5	4	5	5	7
25	5	4	5	5	6	5	6	6	5	6	4	5	5	7
26	6	6	7	3	6	6	7	6	4	5	5	6	6	7
27	5	5	4	4	6	6	6	6	5	5	5	4	6	6
28	5	2	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	6
29	5	3	4	4	5	5	5	5	4	5	3	5	5	7
30	5	6	4	3	4	5	4	3	5	4	5	5	5	4
31	6	6	3	5	7	6	5	6	5	5	5	4	5	6
32	6	5	5	6	6	5	6	6	6	6	4	5	5	6
33	5	5	6	5	6	5	6	5	6	6	6	6	5	6
34	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	5	6	5	5
35	5	4	4	4	7	6	5	5	5	6	4	4	4	5
36	4	6	5	3	4	5	6	4	6	4	3	5	5	6
37	5	5	6	6	5	6	6	5	5	7	6	6	6	5
38	5	4	7	5	6	7	5	7	6	7	6	5	7	7
39	7	6	3	3	6	5	7	7	6	6	6	6	6	6
40	5	6	6	4	6	6	5	5	5	5	4	6	5	6
41	6	5	5	5	6	4	5	5	6	6	6	6	4	7

<<continuación>>

42	6	5	6	5	6	6	5	6	4	6	3	5	6	7
43	5	6	4	4	5	5	6	6	6	5	5	5	5	6
44	6	7	5	6	6	6	6	7	7	6	6	7	6	6
45	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7
46	7	7	6	6	6	7	7	7	7	7	6	7	6	7
47	5	5	6	5	6	6	6	5	6	5	6	5	5	6
48	5	5	6	5	6	7	7	8	7	7	6	6	6	6
49	5	6	6	4	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7
50	6	6	6	4	6	6	6	7	7	6	6	5	7	7
51	6	5	5	6	6	5	7	6	6	7	5	5	6	7
52	5	4	5	3	4	5	6	5	6	5	5	5	6	7
53	6	6	4	7	6	6	5	5	5	5	4	4	5	6
54	6	5	6	3	5	5	6	4	5	5	5	5	5	6
55	4	5	7	3	5	5	6	5	7	7	6	4	5	7
56	4	4	4	3	6	4	7	2	5	5	4	4	4	6
57	6	6	5	5	6	5	6	5	5	5	6	5	5	4
58	6	7	5	5	7	7	7	4	6	5	6	4	5	4
59	6	7	5	5	6	6	6	6	6	5	6	5	5	7
60	6	4	4	5	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6
61	6	5	4	6	5	6	7	6	6	5	6	6	5	7
62	6	4	5	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	7
63	6	7	3	4	5	6	6	5	4	7	4	3	6	7
64	5	6	6	4	6	7	6	7	4	7	6	6	7	7
65	5	7	6	4	7	6	7	5	6	6	6	7	6	6
66	5	3	5	3	5	4	5	4	5	4	4	4	4	7
67	6	5	6	3	5	5	6	3	4	5	4	3	4	6
68	5	4	4	5	5	5	6	5	6	7	6	5	6	7
69	5	4	4	3	5	3	6	4	4	4	3	5	3	6
70	6	6	5	5	6	5	6	5	5	5	4	4	4	7
71	7	5	6	3	4	3	6	3	5	5	3	4	4	7
72	5	4	5	4	5	5	6	5	5	6	4	4	4	7
73	6	7	5	3	7	5	7	6	5	7	4	7	5	3
74	5	4	4	3	6	3	6	5	5	5	4	4	4	7
75	6	5	5	3	6	5	6	6	6	6	6	5	3	7
76	6	7	5	6	6	5	6	6	6	5	4	5	4	7
77	6	6	7	5	4	5	6	6	7	5	4	6	5	5
78	7	6	5	5	6	6	7	7	6	5	6	6	7	7
79	7	6	5	7	5	6	7	5	7	6	5	5	5	7
80	5	2	5	3	6	4	7	5	5	6	6	5	5	6
81	7	4	4	4	6	6	7	6	6	6	6	5	6	7
82	6	6	6	4	5	6	7	5	5	4	4	5	6	4
83	5	4	6	3	4	3	5	4	6	4	4	4	4	6
84	5	5	6	4	5	4	6	5	5	5	5	5	6	7
85	4	4	4	3	5	5	6	5	6	5	6	6	5	4

<<continuación>>

86	6	5	6	6	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7
87	6	7	6	5	5	5	6	5	5	6	6	6	6	7
88	6	6	6	5	6	5	6	5	6	6	5	5	6	7
89	6	6	6	4	6	6	6	4	5	4	7	7	7	7
90	6	5	6	5	6	5	6	5	5	5	5	5	5	6
91	5	5	5	5	6	4	6	6	7	6	6	6	6	7
92	6	7	5	6	7	6	7	7	7	6	6	5	5	7
93	5	5	6	4	6	4	6	5	6	5	6	6	6	7
94	6	5	5	5	6	5	6	5	6	6	5	6	5	7
95	6	5	5	5	5	4	6	4	5	5	4	4	5	5
96	6	6	6	4	4	5	5	5	6	5	5	5	5	6
97	5	6	5	3	4	5	6	5	6	5	6	6	7	7
98	7	6	6	5	6	6	7	6	7	6	6	7	6	6
99	7	7	5	5	7	7	6	5	6	7	6	6	7	6
100	7	6	7	5	6	6	7	5	6	6	7	6	6	7
PROMEDIO	5.6	5.20	5.25	4.46	5.66	5.17	6.01	5.25	5.61	5.53	5.02	5.24	5.42	6.30

Anexo 91: Resultados de la evaluación sensorial de las galletas en el atributo Sabor

SABOR														
JUECES NO ENTRENADOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	GT
1	6	7	7	7	5	7	7	7	7	6	6	7	6	6
2	7	4	5	6	5	6	7	4	6	6	5	5	4	5
3	6	5	3	5	5	5	5	7	6	6	7	7	7	7
4	6	5	5	5	6	4	6	5	5	6	5	6	6	6
5	7	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	5	4	6	5	6	6	5	6	7	7	6	7	7
7	6	6	5	7	6	7	7	5	7	6	6	7	6	7
8	7	4	7	5	6	4	7	6	6	6	6	6	7	2
9	6	4	7	3	6	4	6	4	5	4	5	5	3	3
10	6	4	5	6	6	5	6	4	5	5	5	5	4	6
11	7	6	7	6	7	7	7	7	6	7	7	6	7	5
12	7	5	4	4	5	6	6	6	5	5	6	5	6	6
13	6	4	4	3	5	3	6	4	7	5	4	5	7	7
14	6	4	3	6	4	7	6	6	6	7	5	5	7	3
15	6	4	4	4	7	5	7	5	6	6	5	5	6	5
16	6	4	5	4	5	5	7	4	6	5	5	5	6	5
17	7	4	3	6	5	7	7	7	5	4	3	5	6	4
18	6	5	6	6	4	6	4	6	7	7	5	5	4	5
19	6	7	3	5	6	5	5	6	6	6	5	6	6	5
20	6	5	6	3	5	4	5	5	4	5	4	5	6	4
21	7	6	5	3	4	4	6	6	5	5	3	4	5	5
22	5	5	4	4	5	3	4	3	6	5	5	5	5	6
23	6	5	5	6	5	5	6	5	6	5	4	6	6	6
24	5	5	6	5	6	5	6	3	5	5	4	5	6	4
25	6	4	5	4	6	6	7	6	3	7	4	4	4	5
26	7	5	6	4	7	5	7	6	3	6	4	4	6	5
27	5	5	4	3	6	5	5	4	5	5	5	4	7	6
28	6	6	5	3	4	5	6	6	5	5	5	5	5	5
29	6	4	5	4	6	5	5	4	3	4	4	6	5	6
30	6	5	4	5	5	5	6	3	7	6	5	6	5	2

<<continuación>>

31	6	4	4	5	4	5	3	6	4	5	6	5	7	6
32	5	5	6	5	5	6	6	5	5	6	4	5	7	5
33	7	3	5	6	6	6	6	5	6	6	6	7	5	6
34	6	6	5	6	6	6	6	5	6	7	5	5	5	5
35	4	7	4	6	6	6	6	6	7	5	6	6	6	3
36	5	5	4	5	4	5	6	5	5	2	3	5	6	2
37	6	5	5	6	5	5	6	7	7	6	5	7	5	7
38	6	3	7	4	4	4	6	5	7	7	7	5	6	6
39	7	6	5	5	7	5	7	7	7	7	7	6	6	6
40	5	4	6	3	3	4	3	5	5	6	6	5	6	2
41	6	4	2	6	5	5	4	4	4	6	5	6	6	4
42	6	4	4	6	4	6	6	4	5	5	4	6	4	5
43	6	6	5	5	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6
44	6	5	5	4	7	6	5	6	5	7	6	6	6	4
45	7	5	7	6	7	6	7	5	6	6	7	6	6	7
46	7	6	7	5	7	7	7	6	7	7	6	6	7	6
47	6	5	6	5	6	6	6	4	6	5	6	5	5	6
48	6	6	6	4	6	6	6	7	7	6	6	5	7	7
49	6	6	7	4	7	6	6	7	5	6	6	6	6	7
50	6	6	6	4	6	6	6	6	6	6	5	5	5	7
51	7	6	6	6	7	7	6	6	7	7	7	6	7	6
52	6	5	5	3	4	4	6	5	7	6	6	6	7	7
53	7	5	7	7	4	4	6	6	6	5	7	5	3	1
54	6	3	6	3	4	6	5	4	6	6	4	4	5	5
55	5	3	7	4	2	4	4	5	6	7	6	5	6	5
56	6	4	5	3	5	6	5	7	6	6	6	7	4	5
57	5	3	5	5	6	5	5	5	5	5	5	4	4	2
58	7	7	5	5	7	7	7	4	6	5	6	4	5	4
59	6	7	5	5	6	6	6	5	6	6	5	5	5	5
60	6	5	5	5	6	6	6	6	6	7	5	6	6	6
61	6	4	4	5	5	6	7	6	7	7	7	6	6	7
62	6	3	6	6	5	6	6	6	7	7	6	6	7	5
63	7	6	4	3	5	6	5	7	7	7	4	4	5	2
64	6	6	5	6	5	6	5	5	6	7	7	7	6	7
65	6	5	5	6	5	6	5	5	4	5	5	6	7	6
66	6	1	4	2	6	7	4	5	7	5	5	6	5	5
67	5	6	5	5	6	6	7	5	7	7	5	6	6	5
68	7	6	6	5	6	6	7	5	6	7	7	6	7	6
69	5	3	3	2	5	3	5	1	4	5	5	6	2	1
70	6	6	5	7	7	4	6	5	4	5	4	5	5	4
71	5	4	6	3	4	4	6	4	5	5	3	5	4	5
72	6	5	5	5	6	6	5	5	6	6	4	5	4	6
73	6	5	6	4	7	6	6	7	4	7	5	6	5	6
74	7	4	2	5	6	6	6	3	4	5	3	3	5	4
75	6	5	6	4	5	5	6	5	6	5	4	6	4	3
76	6	7	7	5	5	6	4	7	7	5	4	5	4	6
77	6	6	7	5	4	5	6	6	7	5	5	6	5	5
78	7	6	7	5	7	6	7	7	6	6	7	7	7	5
79	7	6	4	2	6	5	7	4	7	5	6	5	5	6
80	7	5	5	3	3	5	6	6	5	6	5	5	3	6
81	6	5	4	5	6	6	6	5	5	6	5	5	5	3
82	6	6	5	5	4	5	4	6	5	5	5	6	6	3
83	6	5	6	5	5	5	5	5	5	6	4	6	4	6
84	7	6	7	4	5	6	6	4	5	6	5	5	6	7
85	6	4	5	4	6	6	6	5	7	6	5	5	6	5
86	5	4	5	6	6	4	7	7	7	7	7	7	5	2

<<continuación>>

87	6	6	6	5	4	5	5	6	6	5	6	5	5	6
88	6	7	5	6	6	6	5	4	6	5	4	4	5	6
89	5	5	5	4	7	4	7	4	5	5	7	7	6	3
90	5	4	4	3	5	6	5	4	5	5	5	4	5	5
91	6	6	5	7	7	7	4	4	7	5	5	4	6	5
92	6	6	7	6	5	5	6	7	6	6	6	5	5	6
93	6	5	5	4	5	6	4	6	5	6	6	5	6	6
94	7	5	6	4	6	6	6	5	5	6	5	5	6	6
95	6	6	6	4	6	6	5	4	6	6	4	5	5	4
96	6	6	4	3	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6
97	7	7	5	3	5	4	6	5	7	6	7	7	7	4
98	7	7	6	5	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6
99	6	6	6	6	7	7	7	6	7	6	6	6	6	5
100	7	7	5	5	6	5	7	7	6	7	7	6	6	6
PROMEDIO	6.10	5.08	5.18	4.71	5.44	5.43	5.79	5.28	5.75	5.77	5.30	5.46	5.54	5.07

Anexo 92: Resultados de la evaluación sensorial de las galletas en el atributo Olor

OLOR														
JUECES NO ENTRENADOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	GT
1	6	5	5	3	4	6	6	6	7	5	6	6	7	4
2	5	4	5	5	4	5	6	5	7	5	5	5	5	6
3	6	5	4	6	6	6	6	6	7	7	6	6	7	6
4	6	5	6	4	6	5	6	5	6	6	5	6	6	6
5	6	5	5	4	6	5	6	5	6	5	5	5	6	6
6	6	5	5	5	5	6	6	6	6	5	6	5	6	6
7	7	6	5	6	5	6	6	6	6	5	6	6	6	6
8	5	5	5	7	7	6	6	6	6	6	6	6	7	5
9	7	5	3	4	4	4	6	4	5	4	5	4	6	6
10	5	4	3	4	5	6	7	4	6	6	4	3	5	6
11	6	6	7	6	7	7	7	6	6	7	7	6	6	6
12	7	4	4	5	6	6	6	5	6	6	5	4	7	5
13	6	4	4	3	6	3	6	4	7	5	4	5	6	7
14	6	5	5	5	6	4	6	5	6	6	4	6	6	4
15	4	5	5	4	6	5	6	4	6	4	4	4	4	6
16	5	6	4	4	5	4	6	4	5	4	4	4	4	4
17	6	6	5	4	6	5	7	5	6	5	4	6	5	5
18	6	4	5	4	5	5	6	4	7	5	6	5	4	5
19	6	6	6	4	6	5	6	4	6	5	3	6	4	5
20	4	4	4	4	4	4	5	4	6	4	4	4	4	3
21	5	5	4	3	4	4	5	5	6	5	4	5	5	5
22	5	5	5	4	4	4	4	4	6	5	4	4	4	3
23	4	4	5	4	5	4	6	5	6	5	5	5	6	4
24	4	5	4	6	6	6	6	5	6	5	4	4	6	5
25	6	3	6	4	6	7	7	7	4	6	4	4	6	5
26	5	4	6	4	7	6	6	5	4	6	5	6	6	6
27	5	4	4	3	6	5	6	4	5	4	6	6	6	5
28	6	4	4	3	4	4	5	4	5	4	5	5	5	6
29	4	4	5	3	6	5	5	5	5	4	4	5	4	6
30	4	5	4	4	4	3	5	3	5	3	4	4	4	3
31	4	4	3	5	5	5	4	5	4	4	6	4	5	5
32	5	5	6	4	6	5	5	6	5	5	5	6	5	4
33	6	4	5	6	5	6	6	5	7	5	5	5	6	5
34	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5	5

<<continuación>>

35	6	4	4	3	6	4	5	5	6	4	4	4	4	3
36	3	6	4	2	5	4	5	5	6	5	4	6	5	4
37	5	6	5	7	7	5	7	6	6	5	7	6	7	5
38	7	6	7	5	4	6	5	6	6	7	7	6	6	6
39	6	6	6	5	7	5	7	7	7	7	7	6	7	6
40	5	5	5	3	4	5	5	4	6	5	4	4	4	4
41	4	4	4	3	4	5	4	4	6	5	5	6	6	5
42	4	4	4	5	4	5	6	6	6	5	5	4	5	6
43	6	6	5	4	6	6	6	5	6	5	5	5	4	5
44	6	7	5	4	6	6	6	6	6	6	6	7	6	4
45	7	6	7	7	7	7	7	5	7	7	6	7	6	6
46	7	7	7	6	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6
47	6	5	6	5	6	6	6	5	6	6	6	5	5	6
48	6	6	6	5	6	6	6	6	7	6	6	6	6	7
49	5	5	5	4	5	6	6	7	7	6	6	6	6	6
50	5	5	6	4	5	6	6	6	6	7	6	6	6	6
51	6	6	6	5	6	6	7	7	6	7	7	7	7	5
52	5	5	6	3	4	4	6	5	7	6	6	6	7	7
53	7	4	5	7	4	6	6	6	6	5	4	4	5	5
54	6	4	6	4	5	6	6	5	6	5	5	5	6	6
55	7	5	7	4	5	5	5	6	7	7	6	6	6	6
56	3	2	4	6	4	5	5	3	5	4	7	6	5	6
57	4	4	4	5	4	3	5	4	4	2	5	3	3	1
58	5	7	5	5	7	7	7	4	6	5	6	4	5	4
59	6	7	5	5	6	5	6	5	6	5	5	5	4	7
60	6	5	4	5	6	6	6	5	6	6	6	5	6	6
61	5	4	4	5	6	7	7	6	7	5	6	6	5	6
62	6	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5
63	5	6	4	4	4	5	5	6	5	6	5	4	5	4
64	4	5	4	4	5	6	5	6	6	7	6	6	7	7
65	5	6	6	6	5	6	5	4	6	6	4	6	7	5
66	4	5	4	4	4	5	5	3	6	6	7	5	5	5
67	5	4	4	5	6	4	5	3	6	5	4	5	4	6
68	6	6	6	4	6	6	6	6	5	5	6	5	6	7
69	4	3	4	3	5	3	5	3	5	4	4	4	5	4
70	4	3	4	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5
71	4	6	6	3	5	4	4	3	6	6	3	4	3	6
72	7	5	6	6	5	5	5	6	6	5	5	5	5	5
73	3	4	4	5	7	7	6	7	5	7	4	7	5	6
74	6	4	4	6	6	3	5	3	6	5	4	3	4	4
75	6	7	6	4	6	4	4	4	6	5	5	4	5	4
76	7	7	7	5	6	6	7	6	7	6	5	6	3	6
77	6	7	7	5	5	6	6	6	7	5	5	6	6	7
78	7	6	5	5	6	6	7	7	7	6	6	7	7	5
79	6	6	5	5	6	6	7	5	6	5	6	5	4	7
80	3	4	5	4	4	4	6	5	6	6	6	5	3	6
81	6	6	5	5	6	5	6	7	6	6	5	6	6	5
82	5	4	4	4	4	5	5	4	7	5	6	5	6	4
83	4	5	4	3	4	5	5	3	5	3	3	4	5	6
84	5	5	4	4	4	4	6	6	5	4	4	4	4	5
85	5	5	5	4	6	6	6	6	7	7	6	5	5	4
86	4	4	6	6	7	5	6	6	7	6	7	7	5	6
87	5	5	5	5	5	6	6	5	7	6	5	6	6	5
88	5	5	6	6	6	5	6	4	6	5	4	4	5	4
89	4	4	5	4	7	7	5	4	6	4	7	7	6	5

<<continuación>>

90	6	5	4	4	5	5	6	5	6	5	5	4	4	5
91	7	7	6	6	7	6	6	5	7	6	6	6	5	5
92	6	6	5	5	5	5	6	6	7	5	6	6	6	6
93	6	5	5	5	5	5	6	5	6	6	6	4	6	6
94	6	4	5	4	5	4	6	6	6	5	4	4	4	5
95	6	6	5	4	5	4	6	3	5	5	4	5	5	5
96	5	5	5	4	5	5	5	4	6	4	4	4	5	5
97	5	4	4	4	5	5	5	4	6	4	4	5	4	5
98	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	7	6	6	6
99	7	7	6	5	7	7	7	5	7	6	6	7	7	6
100	6	6	7	6	6	6	6	7	7	5	6	6	6	5
PROMEDIO	5.39	5.04	5.01	4.59	5.41	5.25	5.78	5.08	6.03	5.30	5.19	5.21	5.33	5.25

Anexo 93: Resultados de la evaluación sensorial de las galletas en el atributo Textura

TEXTURA														
JUECES NO ENTRENADOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	GT
1	4	4	6	7	6	6	6	6	7	5	5	7	6	6
2	5	5	6	5	5	6	5	4	6	6	5	6	4	6
3	5	5	6	5	6	5	7	7	6	6	5	7	6	6
4	6	5	6	4	6	5	6	5	6	6	6	5	6	6
5	6	5	6	5	7	6	7	5	6	5	6	6	5	6
6	5	4	5	5	6	5	6	5	6	6	5	6	5	6
7	7	7	6	7	7	7	6	5	6	6	7	7	7	7
8	7	5	7	5	7	6	7	3	7	6	5	6	6	7
9	5	5	5	3	6	4	5	4	6	4	4	4	5	3
10	5	5	7	5	6	5	6	4	6	4	5	5	6	6
11	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
12	5	5	6	3	6	6	6	3	6	5	5	5	5	4
13	5	5	3	3	5	4	6	5	6	6	4	5	5	7
14	5	5	3	3	6	6	5	6	7	6	4	5	6	4
15	5	4	6	3	6	5	7	4	6	6	5	4	5	5
16	4	5	6	3	6	5	6	4	6	5	4	4	4	5
17	5	4	6	3	7	7	7	5	7	6	6	5	6	6
18	5	4	7	3	4	6	7	3	7	6	5	4	4	6
19	6	6	4	6	6	5	5	6	6	6	6	7	6	6
20	3	5	3	3	7	4	5	3	6	5	4	4	5	4
21	5	6	4	3	5	4	4	5	6	4	4	5	5	6
22	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	6
23	4	3	2	5	5	4	5	3	5	4	4	5	6	4
24	6	6	4	6	6	4	5	5	5	4	4	4	5	7
25	4	3	3	5	6	7	7	4	5	7	4	3	5	6
26	4	5	4	4	7	7	7	4	5	7	6	5	6	5
27	5	4	4	3	7	6	7	5	7	5	6	5	7	6
28	5	5	4	4	5	5	6	5	5	5	5	5	5	6
29	6	5	4	4	5	5	6	4	5	5	4	5	4	7

<<continuación>>

30	6	6	3	5	6	6	7	3	6	6	5	5	5	4
31	6	5	4	3	6	6	7	5	6	4	6	6	7	6
32	5	5	4	4	5	5	7	5	6	5	4	5	6	5
33	6	5	6	6	6	6	7	6	7	6	6	5	5	6
34	6	5	4	6	7	7	7	5	6	6	6	5	6	5
35	6	6	3	3	7	5	6	6	6	4	5	7	4	6
36	4	5	4	4	4	5	6	4	4	4	4	4	4	2
37	5	5	6	7	6	7	5	5	6	5	5	5	5	7
38	6	6	5	4	5	5	5	6	7	6	6	5	7	6
39	6	7	5	5	7	6	7	7	7	7	6	7	6	6
40	6	4	3	3	6	5	5	2	6	4	5	5	5	4
41	5	3	3	3	6	5	5	3	5	6	6	6	5	5
42	5	2	3	3	4	5	5	4	7	6	4	5	3	4
43	4	6	5	5	6	6	5	6	7	5	6	5	5	5
44	5	4	5	4	7	6	5	7	6	7	6	7	7	5
45	7	6	7	7	7	7	7	6	7	7	6	7	7	7
46	7	7	6	5	7	7	7	6	7	7	7	7	6	7
47	6	5	6	5	6	6	6	5	6	6	6	5	5	6
48	6	6	6	5	7	7	7	7	6	5	5	5	5	6
49	7	7	7	3	7	7	7	7	6	6	6	6	6	7
50	7	7	7	4	7	7	6	7	6	6	6	6	5	7
51	5	5	5	5	7	6	7	5	7	6	6	7	7	6
52	6	4	5	5	4	4	6	5	7	7	6	6	6	7
53	5	5	3	3	7	6	6	6	6	4	5	5	6	4
54	7	5	6	5	7	6	7	6	6	5	5	5	6	6
55	6	7	5	4	4	5	6	4	6	6	7	5	7	7
56	6	3	5	5	6	5	5	3	7	6	5	5	6	7
57	4	4	2	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	3
58	5	7	5	5	7	7	7	4	6	5	6	4	5	4
59	6	7	5	5	7	7	7	4	6	4	4	5	4	5
60	6	4	4	4	6	5	6	6	6	6	5	6	6	6
61	6	4	4	6	7	7	7	5	7	7	6	5	6	6
62	6	4	4	6	6	6	6	5	6	5	6	5	6	7
63	6	4	4	3	4	6	7	4	5	7	7	5	6	3
64	6	6	5	4	6	5	6	7	6	7	7	6	7	7
65	6	7	5	6	7	6	7	5	7	7	5	7	6	7
66	6	6	4	3	7	4	5	3	6	5	4	4	4	6
67	4	5	3	6	7	6	6	4	6	5	5	6	6	4
68	5	7	2	4	7	6	6	7	7	6	7	6	6	7
69	5	5	4	5	4	5	5	4	6	6	4	3	5	4
70	6	6	4	6	6	5	6	4	6	6	6	4	5	5
71	4	5	5	3	5	4	5	4	6	6	3	4	4	7
72	4	6	5	6	4	5	2	6	5	4	4	4	5	4

<<continuación>>

73	7	7	4	5	7	7	6	7	6	7	6	7	7	7
74	6	5	4	3	6	6	6	5	6	6	5	5	3	6
75	7	5	4	5	6	6	6	7	6	6	6	6	6	5
76	6	6	4	4	7	7	7	5	7	5	6	4	4	4
77	6	6	7	6	6	6	7	6	7	6	5	6	6	7
78	6	6	4	4	7	6	7	7	7	7	5	6	6	5
79	7	7	5	2	6	6	7	4	6	6	6	4	5	7
80	5	5	3	3	4	5	6	5	5	6	6	5	5	6
81	7	6	4	5	7	6	7	7	6	7	6	6	6	5
82	6	5	6	5	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6
83	6	6	6	5	6	5	5	4	6	4	5	6	6	7
84	6	6	7	7	7	4	7	7	7	6	6	6	6	7
85	5	5	4	3	5	5	6	5	7	5	6	6	6	4
86	6	6	4	5	6	4	5	6	7	7	7	7	7	3
87	6	6	5	5	5	7	5	6	6	6	6	7	5	5
88	4	5	4	4	5	4	5	4	6	4	4	4	3	4
89	4	6	3	3	7	4	7	3	6	5	7	5	6	4
90	6	4	5	3	5	4	3	3	6	3	5	4	4	4
91	6	6	5	7	7	4	5	6	7	6	5	6	6	6
92	7	5	6	5	6	7	6	6	7	4	6	5	6	6
93	5	4	7	5	6	6	5	7	6	5	6	7	7	7
94	6	6	6	4	6	6	6	4	6	5	6	5	6	6
95	5	5	5	5	6	5	6	3	6	4	4	4	5	6
96	6	5	5	4	5	6	6	5	6	5	5	5	6	6
97	6	6	4	5	6	6	6	5	6	5	6	7	6	6
98	7	6	6	6	7	6	7	6	7	7	6	6	6	6
99	7	6	6	5	6	7	7	5	7	6	6	7	6	6
100	7	7	7	7	6	6	7	6	7	7	7	7	7	7
PROMEDIO	5.57	5.27	4.80	4.53	6.00	5.59	6.02	5.01	6.17	5.54	5.37	5.38	5.52	5.62

Anexo 94: Desviación estándar de la absorción de agua de los 13 tratamientos de la mezcla de harina de (HT+HC+HQ) y la formulación testigo

ABSORCIÓN DE AGUA (%)					
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR
T1	54.78	54.81	54.80	54.80	0.015
T2	56.99	57.01	57.00	57.00	0.010
T3	56.95	57.00	57.04	57.00	0.045
T4	62.48	62.51	62.50	62.50	0.015
T5	63.24	63.17	63.20	63.20	0.035
T6	61.28	61.31	61.30	61.30	0.015
T7	59.01	58.99	59.00	59.00	0.010
T8	59.22	59.19	59.20	59.20	0.015
T9	59.18	59.21	59.20	59.20	0.015
T10	59.08	59.11	59.10	59.10	0.015
T11	59.01	58.98	59.00	59.00	0.015
T12	59.23	59.18	59.20	59.20	0.025
T13	58.91	59.08	59.00	59.00	0.085
TESTIGO	57.88	57.91	57.90	57.90	0.015

Anexo 95: Desviación estándar de la consistencia de la masa (FE) de los 13 tratamientos y la formulación testigo

CONSISTENCIA DE LA MASA (FE)					
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR
T1	631.98	632.01	632.00	632.00	0.015
T2	553.12	552.88	553.00	553.00	0.120
T3	629.08	628.93	629.00	629.00	0.075
T4	623.85	624.15	624.00	624.00	0.150
T5	634.03	633.98	634.00	634.00	0.025
T6	579.01	579.00	579.00	579.00	0.006
T7	601.00	601.01	601.00	601.00	0.006
T8	631.20	630.80	631.00	631.00	0.200
T9	625.91	626.10	626.00	626.00	0.095
T10	644.42	643.58	644.00	644.00	0.420
T11	648.34	647.65	648.00	648.00	0.345
T12	654.75	655.25	655.00	655.00	0.250
T13	629.00	629.01	629.00	629.00	0.006
TESTIGO	593.18	592.82	593.00	593.00	0.180

Anexo 96: Desviación estándar del tiempo de estabilidad de los 13 tratamientos y la formulación testigo

ESTABILIDAD (mm:ss)					
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
T1	04:14	04:10	04:12	04:12	0.001
T2	03:02	03:00	03:00	03:00	0.001
T3	03:02	03:07	03:04	03:04	0.002
T4	02:08	02:00	02:04	02:04	0.003
T5	03:26	03:20	03:22	03:22	0.002
T6	02:00	02:05	02:02	02:02	0.002
T7	04:16	04:09	04:12	04:12	0.002
T8	01:52	01:58	01:55	01:55	0.002
T9	02:34	02:38	02:36	02:36	0.001
T10	02:33	02:35	02:34	02:34	0.001
T11	02:25	02:20	02:22	02:22	0.002
T12	02:19	02:16	02:17	02:17	0.001
T13	02:25	02:24	02:21	02:23	0.001
TESTIGO	07:44	07:38	07:40	07:40	0.002

Anexo 97: Desviación estándar de la resistencia a la extensión (BU) a 30 min de los 13 tratamientos y la formulación testigo

RESISTENCIA A LA EXTENSIÓN (30 min)					
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
T1	165.20	164.80	165.00	165	0.20
T2	162.12	161.87	162.00	162	0.13
T3	155.05	154.96	155.00	155	0.05
T4	134.02	133.98	134.00	134	0.02
T5	161.98	162.02	162.00	162	0.02
T6	133.90	134.10	134.00	134	0.10
T7	170.14	169.85	170.00	170	0.15
T8	46.66	47.35	47.00	47	0.35
T9	131.85	132.15	132.00	132	0.15
T10	126.75	127.25	127.00	127	0.25
T11	149.96	150.03	150.00	150	0.04
T12	128.57	129.42	129.00	129	0.43
T13	107.34	108.65	108.00	108	0.66
TESTIGO	246.80	247.20	247.00	247	0.20

Anexo 98: Desviación estándar de la extensibilidad de la masa (mm) a 30 min de los 13 tratamientos y la formulación testigo

EXTENSIBILIDAD DE LA MASA (30 min)					
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
T1	86.27	87.72	87.00	87.00	0.725
T2	70.95	71.04	71.00	71.00	0.045
T3	81.14	80.85	81.00	81.00	0.145
T4	60.10	59.90	60.00	60.00	0.100
T5	97.92	98.09	98.00	98.00	0.085
T6	58.08	57.92	58.00	58.00	0.080
T7	86.45	87.56	87.00	87.00	0.555
T8	53.80	54.21	54.00	54.00	0.205
T9	75.03	74.96	75.00	75.00	0.035
T10	72.88	73.12	73.00	73.00	0.120
T11	79.18	78.82	79.00	79.00	0.180
T12	66.04	65.96	66.00	66.00	0.040
T13	67.12	66.89	67.00	67.00	0.115
TESTIGO	138.43	137.58	138.00	138.00	0.425

Anexo 99: Desviación estándar del peso (g) y espesor (mm) de los 13 tratamientos y la galleta testigo

TRATAMIENTOS	PESO (g)					ESPESOR (mm)				
	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
T1	10.45	10.37	10.45	10.42	0.046	7.01	6.79	7.17	6.99	0.191
T2	10.94	11.86	10.97	11.26	0.523	5.60	5.32	5.64	5.52	0.174
T3	9.63	9.89	9.79	9.77	0.131	5.73	5.66	5.75	5.71	0.047
T4	13.63	13.48	13.28	13.46	0.176	9.00	9.11	8.84	8.98	0.136
T5	10.66	10.15	10.74	10.52	0.320	6.87	6.79	7.35	7.00	0.303
T6	12.85	11.99	12.03	12.29	0.485	7.09	6.68	6.90	6.89	0.205
T7	13.03	13.19	13.40	13.21	0.186	6.31	6.48	6.87	6.55	0.287
T8	11.91	12.42	11.88	12.07	0.303	8.25	7.30	7.19	7.58	0.583
T9	11.66	11.55	11.62	11.61	0.056	7.24	6.52	6.87	6.88	0.360
T10	10.58	9.97	10.32	10.29	0.306	7.01	6.63	6.48	6.71	0.273
T11	10.60	11.18	10.95	10.91	0.292	6.19	7.24	6.66	6.70	0.526
T12	10.48	10.79	10.49	10.59	0.176	6.73	6.60	6.76	6.70	0.085
T13	11.38	10.77	10.79	10.98	0.347	8.59	8.05	8.07	8.24	0.306
TESTIGO	11.09	11.49	11.00	11.19	0.261	7.36	8.77	7.99	8.04	0.706

Anexo 100: Desviación estándar del coeficiente de excentricidad y coeficiente de dilatación de los 13 tratamientos y la galleta testigo

TRATAMIENTOS	COEFICIENTE DE EXCENRICIDAD					COEFICIENTE DE DILATACIÓN				
	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
T1	0.031	0.033	0.029	0.031	0.002	-0.6003	-0.6007	-0.6004	-0.6005	0.00021
T2	0.034	0.036	0.035	0.035	0.001	-0.0575	-0.0577	-0.0575	-0.0576	0.00012
T3	0.032	0.034	0.033	0.033	0.001	-0.5712	-0.5710	-0.5711	-0.5711	0.00010
T4	0.046	0.049	0.050	0.048	0.002	-0.6613	-0.6614	-0.6617	-0.6615	0.00021
T5	0.027	0.023	0.022	0.024	0.003	-0.5879	-0.5878	-0.5882	-0.5880	0.00021
T6	0.051	0.048	0.046	0.048	0.003	-0.6049	-0.6050	-0.6046	-0.6048	0.00021
T7	0.026	0.028	0.026	0.027	0.001	-0.5546	-0.5547	-0.5543	-0.5545	0.00021
T8	0.056	0.053	0.052	0.054	0.002	-0.5629	-0.5627	-0.5628	-0.5628	0.00010
T9	0.039	0.035	0.040	0.038	0.003	-0.5589	-0.5585	-0.5584	-0.5586	0.00026
T10	0.039	0.041	0.039	0.040	0.001	-0.5902	-0.5904	-0.5901	-0.5902	0.00015
T11	0.037	0.041	0.040	0.039	0.002	-0.5800	-0.5799	-0.5800	-0.5800	0.00006
T12	0.038	0.040	0.041	0.040	0.002	-0.5836	-0.5840	-0.5838	-0.5838	0.00020
T13	0.036	0.037	0.037	0.037	0.001	-0.5976	-0.5973	-0.5974	-0.5974	0.00015
TESTIGO	0.023	0.021	0.024	0.023	0.002	-0.6467	-0.6469	-0.6463	-0.6466	0.00031

Anexo 101: Desviación estándar del volumen de los 13 tratamientos y la galleta testigo

VOLUMEN (cm³)					
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
T1	1.5791	1.5792	1.5794	1.5792	0.0002
T2	1.3245	1.3248	1.3250	1.3248	0.0003
T3	1.3858	1.3860	1.3855	1.3858	0.0003
T4	1.6613	1.6614	1.6617	1.6615	0.0002
T5	1.6318	1.6313	1.6314	1.6315	0.0003
T6	1.5396	1.5400	1.5397	1.5398	0.0002
T7	1.6506	1.6510	1.6507	1.6508	0.0002
T8	1.8740	1.8738	1.8740	1.8739	0.0001
T9	1.7168	1.7170	1.7162	1.7167	0.0004
T10	1.5542	1.5541	1.5538	1.5540	0.0002
T11	1.5904	1.5907	1.5906	1.5906	0.0002
T12	1.5764	1.5766	1.5761	1.5764	0.0003
T13	1.8748	1.8752	1.8749	1.8750	0.0002
TESTIGO	1.6069	1.6070	1.6066	1.6068	0.0002

Anexo 102: Desviación estándar del porcentaje de rendimiento de los 13 tratamientos y la galleta testigo

PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE LAS GALLETAS					
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
T1	91.67	91.64	91.65	91.65	0.015
T2	92.14	92.10	92.12	92.12	0.020
T3	91.16	91.11	91.14	91.14	0.025
T4	93.00	93.75	93.48	93.41	0.380
T5	91.67	91.75	91.73	91.72	0.042
T6	92.85	92.80	92.82	92.82	0.025
T7	93.25	93.32	93.29	93.29	0.035
T8	90.94	90.98	90.96	90.96	0.020
T9	91.90	92.66	92.75	92.44	0.467
T10	91.53	91.58	91.55	91.55	0.025
T11	91.98	92.10	91.89	91.99	0.105
T12	91.79	91.74	91.77	91.77	0.025
T13	92.01	92.04	92.07	92.04	0.030
Galleta testigo	92.16	92.21	92.18	92.18	0.025

Anexo 103: Desviación estándar de la acidez (%) y cenizas (%) de los 13 tratamientos y la galleta testigo

TRATAMIENTOS	ACIDEZ (%)					CENIZAS (%)				
	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
T1	0.0612	0.0558	0.054	0.057	0.0037	2.666	2.6662	2.666	2.6661	0.00012
T2	0.099	0.099	0.1008	0.0996	0.0010	2.6334	2.6331	2.6329	2.6331	0.00025
T3	0.072	0.072	0.0684	0.0708	0.0021	2.7182	2.7184	2.7187	2.7184	0.00025
T4	0.018	0.018	0.0198	0.0186	0.0010	2.641	2.6409	2.6413	2.6411	0.00021
T5	0.036	0.036	0.054	0.042	0.0104	2.6295	2.6298	2.6299	2.6297	0.00021
T6	0.0396	0.0378	0.0504	0.0426	0.0068	2.5671	2.5672	2.5675	2.5673	0.00021
T7	0.0378	0.0378	0.0396	0.0384	0.0010	2.5634	2.5632	2.5637	2.5634	0.00025
T8	0.054	0.054	0.0684	0.0588	0.0083	2.6259	2.6262	2.626	2.626	0.00015
T9	0.054	0.063	0.0558	0.0576	0.0048	2.6711	2.671	2.6707	2.6709	0.00021
T10	0.0216	0.0234	0.036	0.027	0.0078	2.7007	2.7011	2.7008	2.7009	0.00021
T11	0.018	0.0162	0.0198	0.018	0.0018	2.6776	2.6779	2.6785	2.678	0.00046
T12	0.018	0.0216	0.0198	0.0198	0.0037	2.6324	2.633	2.6323	2.6326	0.00038
T13	0.0198	0.0198	0.018	0.0192	0.0010	2.6152	2.6155	2.6153	2.6153	0.00015
TESTIGO	0.0216	0.036	0.0594	0.039	0.0021	2.6147	2.6145	2.614	2.6144	0.00036

Anexo 104: Desviación estándar del índice de peróxido (Meq/kg) y proteína (%) de los 13 tratamientos y la galleta testigo

TRATAMIENTOS	ÍNDICE DE PERÓXIDO (Meq/kg)					PROTEÍNA (%)				
	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR
T1	1.58	1.62	1.60	1.60	0.020	7.44	7.45	7.44	7.44	0.01
T2	1.68	1.71	1.70	1.70	0.015	7.88	7.89	7.87	7.88	0.01
T3	1.15	1.18	1.14	1.16	0.021	6.78	6.80	6.77	6.78	0.02
T4	1.18	1.16	1.15	1.16	0.015	7.66	7.65	7.67	7.66	0.01
T5	1.25	1.29	1.27	1.27	0.020	8.52	8.53	8.54	8.53	0.01
T6	1.54	1.58	1.55	1.56	0.021	10.93	10.94	10.94	10.94	0.01
T7	1.18	1.21	1.20	1.20	0.015	8.96	8.98	8.97	8.97	0.01
T8	1.33	1.32	1.30	1.32	0.015	11.38	11.38	11.39	11.38	0.01
T9	1.45	1.44	1.43	1.44	0.010	9.19	9.20	9.18	9.19	0.01
T10	1.14	1.15	1.14	1.14	0.006	7.64	7.66	7.67	7.66	0.02
T11	1.07	1.07	1.06	1.07	0.006	7.00	7.01	7.00	7.00	0.01
T12	1.00	1.02	1.03	1.02	0.015	3.32	3.32	3.31	7.88	0.01
T13	1.09	1.12	1.12	1.11	0.017	11.15	11.16	11.16	11.16	0.01
TESTIGO	2.60	2.64	2.65	2.63	0.026	4.81	4.83	4.79	4.81	0.02

Anexo 105: Desviación estándar de la humedad (%) de los 13 tratamientos y la galleta testigo

% HUMEDAD					
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
T1	2.5900	2.6000	2.6100	2.6000	0.0100
T2	2.0000	2.0100	1.9900	2.0000	0.0100
T3	1.3900	1.4100	1.4000	1.4000	0.0100
T4	3.1000	3.2900	3.2200	3.2033	0.0961
T5	1.9900	2.0100	2.0000	2.0000	0.0100
T6	2.7900	2.8000	2.8100	2.8000	0.0100
T7	2.8100	2.7900	2.8000	2.8000	0.0100
T8	3.0000	2.9900	3.0100	3.0000	0.0100
T9	2.3900	2.4000	2.4100	2.4000	0.0100
T10	2.4000	2.4100	2.3900	2.4000	0.0100
T11	2.2000	2.2100	2.1900	2.2000	0.0100
T12	2.8000	2.7900	2.8100	2.8000	0.0100
T13	3.0000	3.1000	2.9000	3.0000	0.1000
TESTIGO	1.3900	1.4100	1.4000	1.4000	0.0100

Anexo 106: Resultados de las réplicas y desviación estándar de la textura de los 13 tratamientos y la galleta testigo

TRATAMIENTOS	DUREZA (N)					FRACTURABILIDAD (N)				
	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	R1	R2	R3	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
T1	27.01	27.02	27.00	27.01	0.01	23.78	23.80	23.79	23.79	0.001
T2	16.26	17.69	17.53	17.16	0.78	7.60	7.50	7.57	7.56	0.05
T3	22.50	22.90	22.00	22.47	0.45	21.13	21.25	21.20	21.19	0.06
T4	50.25	51.89	51.50	51.21	0.86	45.66	45.70	45.80	45.72	0.07
T5	24.70	25.13	24.35	24.73	0.39	16.99	17.20	16.80	17.00	0.20
T6	25.17	24.01	24.72	24.63	0.58	18.29	17.90	18.43	18.21	0.27
T7	22.45	22.29	22.35	22.36	0.08	16.02	16.25	16.20	16.16	0.12
T8	23.01	23.16	22.85	23.01	0.16	22.98	23.05	23.00	23.01	0.004
T9	25.18	25.20	25.06	25.15	0.08	19.55	19.70	19.73	19.66	0.10
T10	20.71	20.85	20.79	20.78	0.07	18.85	18.72	18.83	18.80	0.08
T11	20.41	20.45	20.64	20.50	0.12	17.00	17.05	17.03	17.03	0.03
T12	23.72	22.46	23.76	23.29	0.71	18.26	18.21	18.30	18.26	0.05
T13	22.55	22.57	22.53	22.55	0.02	15.70	15.65	15.45	15.60	0.13
TESTIGO	27.03	26.96	27.05	27.01	0.04	23.69	23.79	23.88	23.79	0.09

Anexo 107: *Certificado del análisis fisicoquímico de la harina de trigo*



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro **LQ-2023**

Nº 002232

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis FÍSICO QUÍMICO DE ALIMENTOS: HARINA DE TRIGO (Bell's)

SOLICITANTE :- MACHACA CONDORI YANETH TANIA
-TICONA VILCA YANET NOEMI

PROCEDENCIA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA (UNAJ)
FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS INDUSTRIALES
"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS"

PRESENTACIONES POR: 400 g.

TITULO DE TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE MARGARINA POR ACEITE Y CREMA DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS NUTRITIVAS UTILIZANDO HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*), CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Y QUINUA (*Chenopodium quinoa Willdenow*)"

FECHA DE RECEPCION : 26-06-23 (LABORATORIO)

FECHA DE ENSAYO : 26-06-23

COD. MUESTRA : B009-000436

CARACTERISITICAS FISICO QUIMICAS:

ENSAYOS	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES	METODOS DE ENSAYO
Humedad %	10.21	Max. 12.00 %	NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016) (1979) CEREALES Y MENESTRAS.
Proteína %	12.45	Min. 12.40 %	NTP 205.005:2018. CEREALES Y MENESTRAS.
Ceniza %	1.12	Max. 2.30 %	NTP 205.004:2017. CEREALES Y MENESTRAS.
Grasa %	4.84	Min. 4.62 %	AOAC 2003.06-2006
Fibra cruda %	2.82	Min. 1.80 %	- NTP 205.003:2017/CT 1:2018
Carbohidratos %	68.56	La diferencia	-----

CONCLUSIÓN: La muestra analizada se encuentra dentro de los límites permisibles.

• Los resultados Físico Químicos están **conformes**.

Puno, C.U. 24 de julio del 2023

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIQ - UNA - CIP - 182398

Osvaldo H. Braschi
INGENIERO INDUSTRIAL
C.I.P. 182398
Laboratorio de Control de Calidad
Facultad de Ingeniería Química



Walther E. Aparicio Aragón
DECANO FIQ - UNA

Anexo 108: Certificado del análisis fisicoquímico de la harina de cañihua



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro **LQ-2023**

Nº **002236**

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis FÍSICO QUÍMICO DE HARINA DE CAÑIHUA (ILLPA INIA 406)

SOLICITANTE : - MACHACA CONDORI YANETH TANIA
 - TICONA VILCA YANET NOEMI

PROCEDENCIA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA (UNAJ)
 FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS INDUSTRIALES
 "ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS"

PRESENTACIONES POR: 400 g.

TITULO DE TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE MARGARINA POR ACEITE Y CREMA DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS NUTRITIVAS UTILIZANDO HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*), CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Y QUINUA (*Chenopodium quinoa Willdenow*)"

FECHA DE RECEPCION : 26-06-23 (LABORATORIO)

FECHA DE ENSAYO : 26-06-23

COD. MUESTRA : B009-000435

CARACTERISITICAS FISICO QUIMICAS:

ENSAYOS	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES	METODOS DE ENSAYO
Humedad (%)	11.04	12.0 Máx.	NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016) (1979) CEREALES Y MENESTRAS.
Proteína (%)	13.35	12.5 Min.	NTP 205.005:2018. CEREALES Y MENESTRAS.
Cenizas (%)	2.70	5,9 Máx.	NTP 205.004:2017. CEREALES Y MENESTRAS.
Grasas (%)	5.00	3.5 Min.	AOAC 2003.06-2006
Fibra cruda (%)	4.78	4.0 Min.	NTP 205.003:2017/CT 1:2018
Carbohidratos (%)	63.13	Diferencia	-----

CONCLUSIONES:
 La muestra analizada se encuentra dentro de los límites permisibles y es **CONFORME** según la Especificaciones de la NTP 205.062:2021. GRANOS ANDINOS. Quinua. Requisitos.

Puno, C.U. 24 de julio del 2023


 ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
 ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 FIQ - UNA - CIP - 182393


 OSWALDO B. DE LA CRUZ
 INGENIERO AGRÓNOMO INDUSTRIAL
 C.I.P. 16623
 Laboratorio de Control de Calidad
 Facultad de Ingeniería Química


 Walther B. de la Cruz, Ph.D.
 DECANO - FIQ - UNA


 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 DECANO
 PUNO - PERU

Anexo 109: Certificado del análisis fisicoquímico de la harina de quinua



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro

LQ-2023

Nº 002237

Certificado de Análisis

: Análisis FÍSICO QUÍMICO DE ALIMENTOS: HARINA QUINUA (Blanca de Juli)

SOLICITANTE : MACHACA CONDORI YANETH TANIA
-TICONA VILCA YANET NOEMI

PROCEDENCIA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA (UNAJ)
FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS INDUSTRIALES
"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS"

PRESENTACIONES POR: 400 g.

TITULO DE TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE MARGARINA POR ACEITE Y CREMA DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS NUTRITIVAS UTILIZANDO HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*), CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Y QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willdenow)"

FECHA DE RECEPCION : 26-06-23 (LABORATORIO)

FECHA DE ENSAYO : 26-06-23

COD. MUESTRA : B009-000435

CARACTERISITICAS FISICO QUIMICAS:

ENSAYOS	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES	METODOS DE ENSAYO
Humedad %	9.47	Max. 13.50 %	NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016) (1979) CEREALES Y MENESTRAS.
Proteína %	13.52	Min. 10.00 %	NTP 205.005:2018. CEREALES Y MENESTRAS.
Ceniza %	1.46	Max. 3.00 %	NTP 205.004:2017. CEREALES Y MENESTRAS.
Grasa %	7.34	Min. 4.00 %	AOAC 2003.06-2006
Fibra cruda %	1.97	Min. 1.70 %	NTP 205.003:2017/CT 1:2018
Carbohidratos %	66.24	La diferencia

CON CONCLUSIÓN : La muestra analizada se encuentra dentro de los límites permisibles.

- Los resultados Físico Químicos.

Puno, C.U. 24 de julio del 2023

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIQ - UNA - CIP - 182293

Osvaldo Vásquez
INGENIERO AGRICOLA INDUSTRIAL
C.I.P. 140625
Laboratorio de Control de Calidad
Facultad de Ingeniería Química



Waither B. Aragón, Ph.D.
DECANO - FIQ - UNA

Anexo 110: Certificado del análisis fisicoquímico del aceite de castaña



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro **LQ-2023**

Nº 002260

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis FÍSICO QUÍMICO DE ACEITE DE CASTAÑA (Gatti)

SOLICITANTE :- MACHACA CONDORI YANETH TANIA
- TICONA VILCA YANET NOEMI

PROCEDENCIA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA (UNAJ)
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES
"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS"

TITULO DE TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE MARGARINA POR ACEITE Y CREMA DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS NUTRITIVAS UTILIZANDO HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*), CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Y QUINUA (*Chenopodium quinoa Willdenow*)"

IDENTIFICACION/IDENT. : ACEITE DE CASTAÑA (Gatti)

Nº DE MUESTRA : 01

PRESENTACIONES POR : 250 ml

FECHA DE RECEPCION : 05-07-23 (LABORATORIO)

FECHA DE ENSAYO : 05-07-23

COD. MUESTRA : B009-000443

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL ACEITE DE CASTAÑA

PARAMETROS ANALIZADOS	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO DE ANÁLISIS
Índice de peróxido	0.15	Meq/Kg	Método volumétrico
Acidez titulable	0.031	%	Método por titulación

CONCLUSIÓN : Los resultados de Índice de Peróxido y Acidez titulable están conformes.

Puno, C.U. 10 de agosto del 2023


ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIQ - UNA - CIP - 162393


INGENIERO AGRICOLA
INGENIERO AGROINDUSTRIAL
I.P. TECNICO
Laboratorio de Control de Calidad
Facultad de Ingeniería Química




Walther B. Arango Aragón, Ph.D.
DECANO - FIQ - UNA

Anexo 111: *Certificado del análisis fisicoquímico de las galletas*



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro **LQ-2023**

Nº 002233

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis FÍSICO QUÍMICO DE GALLETAS

SOLICITANTE : MACHACA CONDORI YANETH TANIA
 - TICONA VILCA YANET NOEMI
 PROCEDENCIA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA (UNAJ)
 FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS INDUSTRIALES
 "ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS"
 TITULO DE TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE MARGARINA POR ACEITE Y CREMA DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS NUTRITIVAS UTILIZANDO HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*), CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Y QUINUA (*Chenopodium quinoa Willdenow*)"
 IDENTIFICACION/IDENT. : T1, T2, T3, T4, T5, T6 Y T7
 Nº DE MUESTRA : 7
 PRESENTACIONES POR : 250 g. MUESTRAS POR TRATAMIENTO
 FECHA DE RECEPCION : 05-07-23 (LABORATORIO)
 FECHA DE ENSAYO : 05-07-23
 COD. MUESTRA : B009-000441

DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS GALLETAS

PARAMETROS ANALIZADOS	RESULTADOS							UNIDAD	MÉTODO DE ANÁLISIS
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
Índice de peróxido	1.60	1.70	1.16	1.16	1.27	1.56	1.20	Meq/Kg	NTP 206.011 (INDECOPI, 2011)
Proteína	7.44	7.88	6.78	7.66	8.53	10.94	8.97	%	(AOAC, 2005)

CONCLUSIÓN : Los resultados Físico Químicos están conformes.

Puno, C.U. 10 de agosto del 2023

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
 ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 FIQ - UNA - CIP - 182393

Ovidio Galdo
 INGENIERO AGRÍCOLA
 C.I.P. 100625
 Laboratorio de Control de Calidad
 Facultad de Ingeniería Química



Walther B. Aragón, Ph.D.
 DECANO FIQ-UNA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro **LQ-2023**

Nº 002234

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis FÍSICO QUÍMICO DE GALLETAS

SOLICITANTE : - MACHACA CONDORI YANETH TANIA
 - TICONA VILCA YANET NOEMI

PROCEDENCIA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA (UNAJ)
 FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS INDUSTRIALES
 "ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS"

TITULO DE TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE MARGARINA POR ACEITE Y CREMA DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS NUTRITIVAS UTILIZANDO HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*), CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Y QUINUA (*Chenopodium quinoa Willdenow*)"

IDENTIFICACION/IDENT. : T8, T9, T10, T11, T12, T13 Y GALLETA TESTIGO

Nº DE MUESTRA : 7

PRESENTACIONES POR : 250 g. MUESTRAS POR TRATAMIENTO

FECHA DE RECEPCION : 05-07-23 (LABORATORIO)

FECHA DE ENSAYO : 05-07-23

COD. MUESTRA : B009-000442

DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS GALLETAS

PARAMETROS ANALIZADOS	RESULTADOS							UNIDAD	MÉTODO DE ANÁLISIS
	T8	T9	T10	T11	T12	T13	GT		
Índice de peróxido	1.32	1.44	1.14	1.07	1.02	1.11	2.63	Meq/Kg	NTP 206.011 (INDECÓPI, 2011)
Proteína	11.38	9.19	7.66	7.00	7.88	11.16	4.81	%	(AOAC, 2005)

CONCLUSIÓN : Los resultados Físico Químicos están conformes.

Puno, C.U. 10 de agosto del 2023


 ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
 TITULAR DEL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 FIQ-UNA-CIP-182383


 WALTER A. ARAGÓN
 INGENIERO AGROINDUSTRIAL
 C.I.P. 700625
 Laboratorio de Control de Calidad
 Facultad de Ingeniería Química




 Walter A. Aragón, Ph.D.
 DECANO FIQ-UNA

Anexo 112: Balance de materia y energía de la elaboración de la crema de castaña

Proceso (recepción de materia prima)



Balance de masa:

$$C_i = C_f$$

$$0.5 \text{ kg} = C_f$$

En este proceso no existió una variación de masa.

Proceso (limpieza y selección)



Balance de masa:

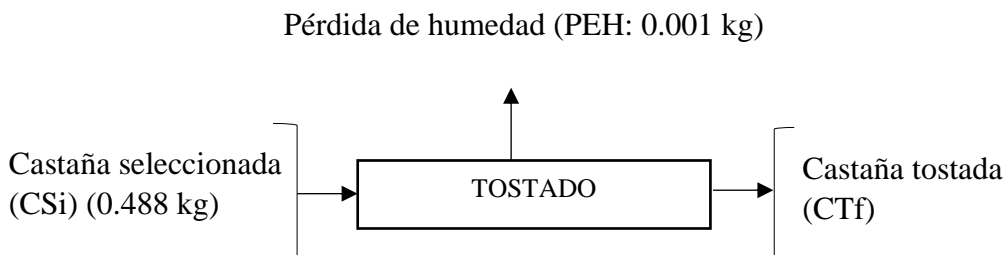
$$C_i - CD = CS_f$$

$$0.500 \text{ kg} - 0.12 \text{ kg} = CS_f$$

$$0.488 \text{ kg} = CS_f$$

En este proceso de limpieza y selección hubo una variación de peso, debido a que se desechó 0.12 kg de castañas que estaban dañadas y presentaban impurezas.

Proceso (tostado)



Balance de masa:

$$\begin{aligned} C_{Si} - P_{EH} &= C_{Tf} \\ 0.488 \text{ kg} - 0.001 \text{ kg} &= C_{Tf} \\ 0.487 \text{ kg} &= C_{Tf} \end{aligned}$$

En esta etapa de tostado de las castañas se apreció una pérdida de humedad de 0.001 kg.

Proceso (**enfriado**)



Balance de masa:

$$\begin{aligned} C_{Ti} &= C_{Ef} \\ 0.487 \text{ kg} &= C_{Ef} \end{aligned}$$

En este proceso de enfriado no existió una variación de peso.

Proceso (**dosificación**)



$$\begin{aligned} C_{Ei} + A_i &= D_{CAf} \\ 0.487 \text{ kg} + 0.731 \text{ kg} &= D_{CAf} \\ 1.218 \text{ kg} &= D_{CAf} \end{aligned}$$

En este proceso no existió una variación de masa.

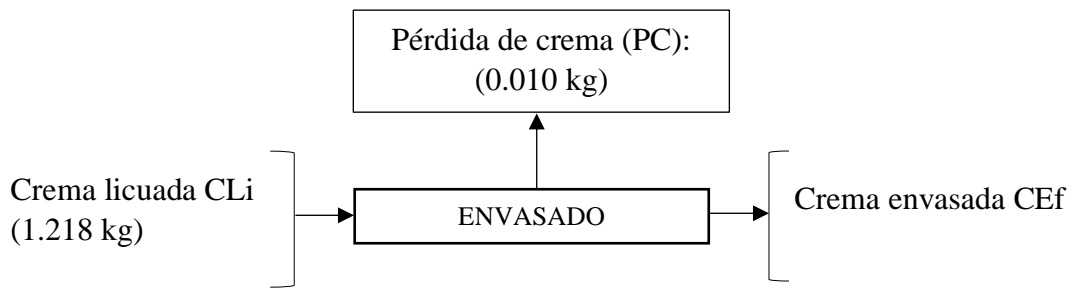
Proceso (**licuado**)



$$\begin{aligned} C_i + A_i &= C_{Cf} \\ 1.218 \text{ kg} &= C_{Cf} \end{aligned}$$

En este proceso de licuado no existió una pérdida de masa.

Proceso (envasado)



$$CLi - PC = CEF$$

$$1.218 \text{ kg} - 0.010 \text{ kg} = CEF$$

$$1.208 \text{ kg} = CEF$$

En el proceso de envasado se produce una pérdida de la crema de castaña en un 0.010 kg, esta pérdida se produce a causa de que se quedó la crema impregnada en la licuadora.

Balance de energía en la obtención de crema de castaña

$$C_p = 1.424X_h + 1.549X_p + 1.675X_f + 0.837X_a + 4.187X_w$$

Donde:

C_p = calor específico kcal/kg

X = fracción másica

h = carbohidratos

p = proteína

f = grasa

a = ceniza

w = agua

$$Q = m \times C_p \times (T_2 - T_1)$$

Donde:

Q = calor requerido en kcal

m = masa en kg

T_1 = temperatura de entrada (°C)

T_2 = temperatura de salida (°C)

Balance de energía en el tostado de la castaña

$$C_p = 1.424(0.0342) + 1.549(0.1429) + 1.675(0.6739) + 0.837(0.0384) + 4.187(0.0313)$$

$$C_p = 0.0487 + 0.2214 + 1.1288 + 0.0321 + 0.1311$$

$$C_p = 1.5621 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}$$

$$Q = (0.488 \text{ kg}) \times (1.5621 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}) \times (45 ^\circ\text{C} - 13^\circ\text{C})$$

$$Q = (0.488 \text{ kg}) \times (1.5621 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}) \times (32 ^\circ\text{C})$$

$$Q = 24.39 \text{ kcal}$$

Balance de energía en el enfriado de la castaña

$$Q = (0.487 \text{ kg}) (1.5621 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}) (7^\circ\text{C} - 45 ^\circ\text{C})$$

$$Q = (0.487 \text{ kg}) (1.5621 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}) (-38 ^\circ\text{C})$$

$$Q = -28.91 \text{ Kcal}$$

Anexo 113: Balance de materia y energía de la galleta más aceptable

Proceso de (recepción)

Balance de masa en la Etapa de recepción de materia prima

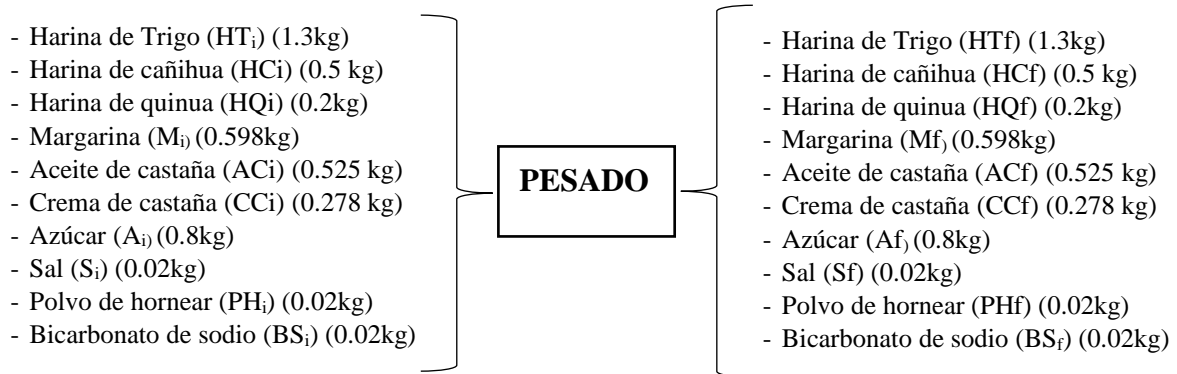


Balance de masa:

$$HTi + HCi + HQi = HTf + HCf + HQf$$

$$1.3 \text{ kg} + 0.5 \text{ kg} + 0.2 \text{ kg} = HTf + HCf + HQf$$

Balance de masa en la etapa de pesado

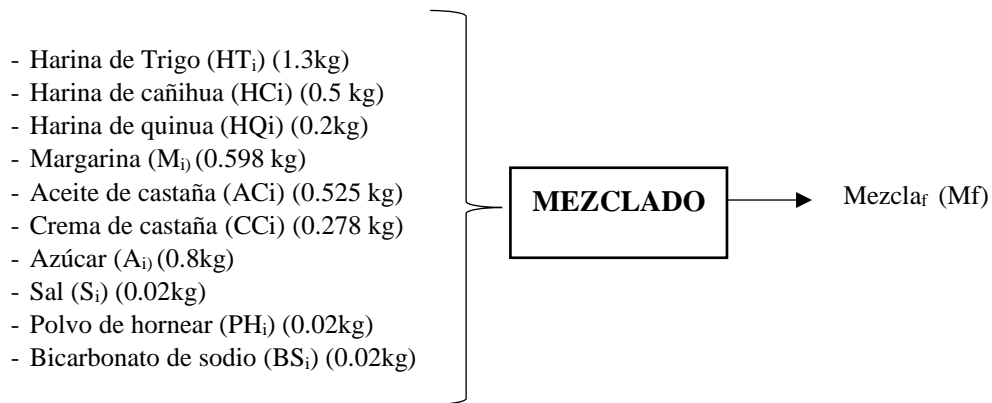


Balance de masa:

$$HT_i + HC_i + HQ_i + M_i + AC_i + CC_i + A_i + S_i + PH_i + BS_i = HT_f + HC_f + HQ_f + M_f + AC_f + CC_f + A_f + S_f + PH_f + BS_f$$

$$1.3 \text{ kg} + 0.5 \text{ kg} + 0.2 \text{ kg} + 0.598 \text{ kg} + 0.525 \text{ kg} + 0.278 \text{ kg} + 0.8 \text{ kg} + 0.02 \text{ kg} + 0.02 \text{ kg} + 0.02 \text{ kg} = HT_f + HC_f + HQ_f + M_f + AC_f + CC_f + A_f + S_f + PH_f + BS_f$$

Balance de masa en la etapa de (mezclado)



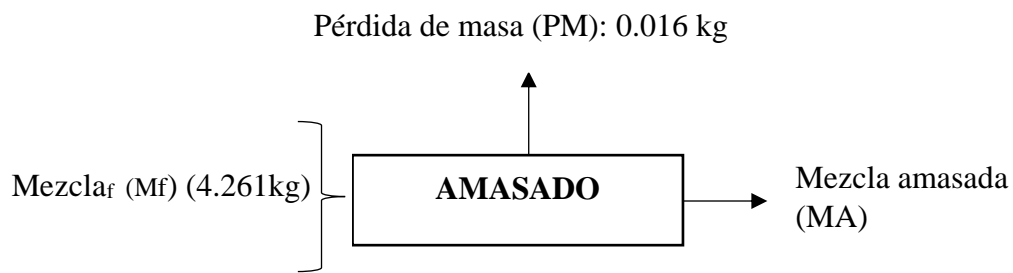
$$HT_i + HC_i + HQ_i + M_i + AC_i + CC_i + A_i + S_i + PH_i + BS_i = M_f$$

$$1.3 \text{ kg} + 0.5 \text{ kg} + 0.2 \text{ kg} + 0.598 \text{ kg} + 0.525 \text{ kg} + 0.278 \text{ kg} + 0.8 \text{ kg} + 0.02 \text{ kg} + 0.02 \text{ kg} + 0.02 \text{ kg} = M_f$$

$$4.261 = M_f$$

En este proceso de mezclado no hubo una pérdida de masa.

Balance de masa en la etapa de **(amasado)**



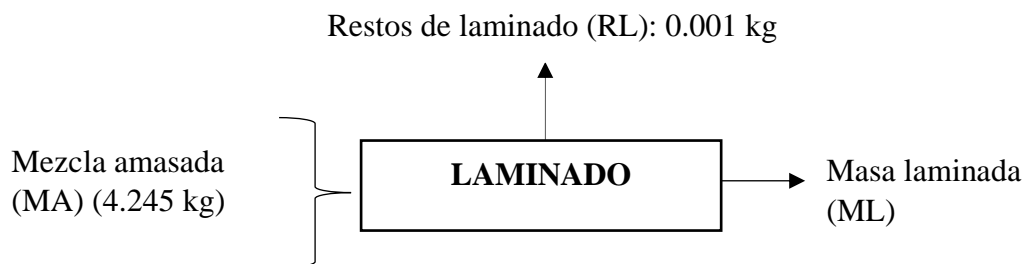
$$M_f - PM = MA$$

$$4.261 \text{ kg} - 0.016 \text{ kg} = MA$$

$$4.245 \text{ kg} = MA$$

En este proceso de amasado hubo una pérdida de masa de 0,016 kg, esta pérdida se produce a causa de que se quedaron restos de masa y aceite impregnado en la amasadora.

Balance de masa en la etapa de **laminado**



Balance de masa:

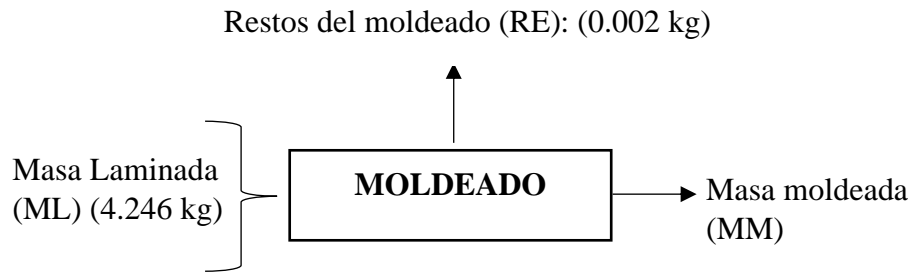
$$MA - RL = ML$$

$$4.247 \text{ kg} - 0.001 \text{ kg} = ML$$

$$4.246 \text{ kg} = ML$$

En esta etapa de laminado hubo una pérdida de masa de 0.001 kg debido a que los restos de masa quedaron impregnados en la laminadora.

Balance de masa en la etapa de **(Moldeado)**:



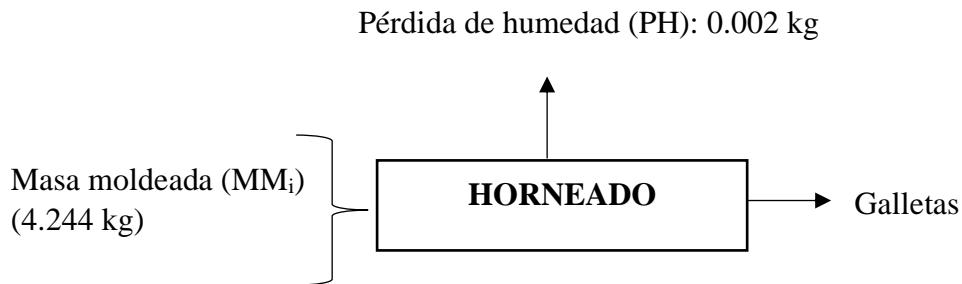
$$ML - RE = MM$$

$$4.243 \text{ kg} - 0.002 \text{ kg} = MM$$

$$4.244 \text{ kg} = MM$$

En esta etapa del moldeado hubo una pérdida de masa de 0.002 kg debido a que sobró un pequeño trozo de masa.

Balance de masa en la etapa de Horneado:



$$MM_i - PH = GH_f$$

$$4.244 \text{ kg} - 0.002 \text{ kg} = GH_f$$

$$4.242 \text{ kg} = GH_f$$

En esta etapa del horneado hubo una disminución de peso de 4.244 kg a 4.242 kg debido a que hubo una pérdida de humedad de 0.002 kg.

Balance de masa en la etapa de Enfriado:



$$G_{inicial} = G_{final}$$

$$4.242 \text{ kg} = G_{final}$$

Balance de masa en la etapa de Envasado:



$$G_{inicial} = G_{final}$$

$$4.242 \text{ kg} = G_{final}$$

Balance de energía de la galleta más aceptable

$$C_p = 1.424X_h + 1.549X_p + 1.675X_f + 0.837X_a + 4.187X_w$$

Donde:

C_p = calor específico kcal/kg

X = fracción másica

h = carbohidratos

p = proteína

f = grasa

a = ceniza

w = agua

$$Q = m \times Cp \times (T_2 - T_1)$$

Donde:

Q = calor requerido en kcal

m = masa en kg

T₁ = temperatura de entrada (°C)

T₂ = temperatura de salida (°C)

Balance de energía en el proceso de horneado de la galleta

$$Cp = 1.424(0.66772) + 1.549(0.0897) + 1.675(0.18) + 0.837(0.0276) + 4.187(0.0280)$$

$$Cp = 0.951 + 0.139 + 0.302 + 0.023 + 0.0117$$

$$Cp = 1.532 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}$$

$$Q = (4.244 \text{ kg}) \times (1.532 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}) \times (150 ^\circ\text{C} - 13 ^\circ\text{C})$$

$$Q = (4.244 \text{ kg}) \times (1.532 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}) \times (137 ^\circ\text{C})$$

$$Q = 890.75 \text{ kcal}$$

Balance de energía en el enfriado de la galleta

$$Q = (4.242 \text{ kg}) (1.532 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}) (12^\circ\text{C} - 150 ^\circ\text{C})$$

$$Q = (4.242 \text{ kg}) (1.532 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}) (-138 ^\circ\text{C})$$

$$Q = -896.83 \text{ Kcal}$$

Anexo 114: Balance de materia de la galleta testigo

Proceso de (recepción)

Balance de masa en la Etapa de recepción de materia prima

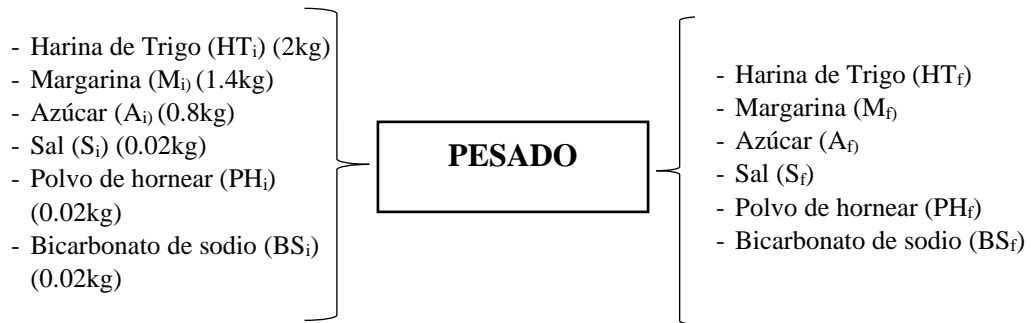


Balance de masa:

$$HT_i = HT_f$$

$$2kg = HC_f$$

Balance de masa en la etapa de pesado

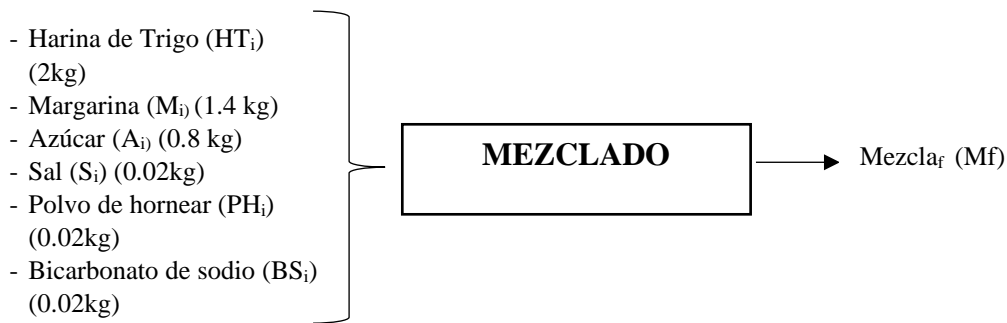


Balance de masa:

$$HT_i + M_i + A_i + S_i + PH_i = HT_f + M_f + A_f + S_f + PH_f$$

$$2\text{kg} + 1.4\text{ kg} + 0.8\text{ kg} + 0.02\text{ kg} + 0.02\text{ kg} + 0.02\text{ kg} = HT_f + M_f + A_f + S_f + PH_f$$

Balance de masa en la etapa de mezclado



Balance de masa:

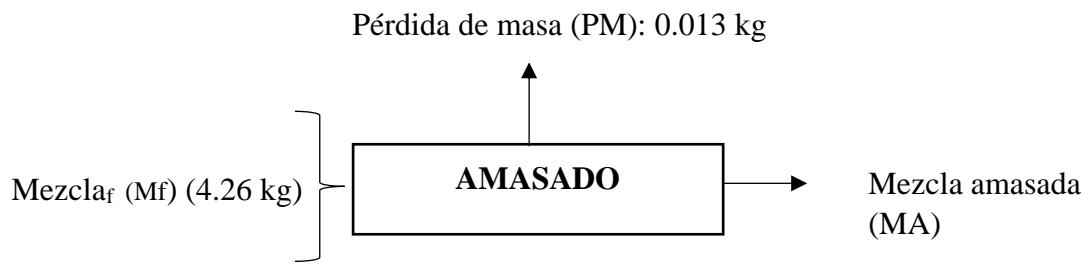
$$HT_i + M_i + A_i + S_i + PH_i = M_f$$

$$2\text{kg} + 1.4\text{ kg} + 0.8\text{ kg} + 0.02\text{ kg} + 0.02\text{ kg} + 0.02\text{ kg} = M_f$$

$$4.26\text{kg} = M_f$$

En este proceso de mezclado no hubo una pérdida de masa.

Balance de masa en la etapa de (**amasado**):



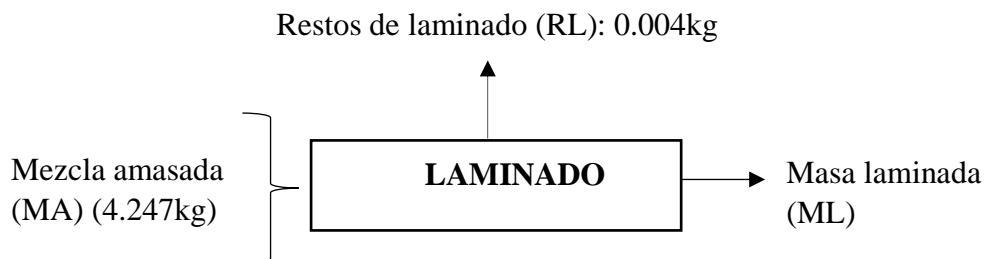
$$M_f - PM = MA$$

$$4.26 \text{ kg} - 0.013 \text{ kg} = MA$$

$$4.247 \text{ kg} = MA$$

En este proceso de amasado hubo una pérdida de masa de 0,013 kg, esta pérdida se produce a causa de que se quedó restos de masa impregnado en la amasadora.

Balance de masa en la etapa de laminado



Balance de masa:

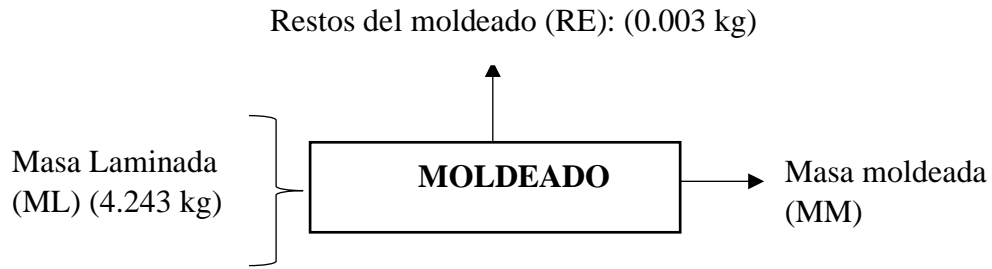
$$MA - RL = ML$$

$$4.247\text{kg} - 0.004\text{kg} = ML$$

$$4.243\text{kg} = ML$$

En esta etapa de laminado hubo una pérdida de masa de 0.004kg debido a que restos de masa quedo impregnada en la laminadora.

Balance de masa en la etapa de Moldeado:



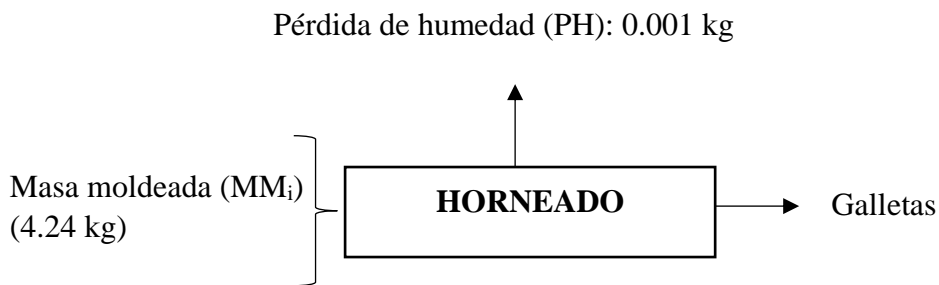
$$ML - RE = MM$$

$$4.243 \text{ kg} - 0.003 \text{ kg} = MM$$

$$4.24 \text{ kg} = MM$$

En esta etapa del moldeado hubo una pérdida de masa de 0.003 kg debido a que sobró un pequeño trozo de masa.

Balance de masa en la etapa de Horneado:



$$MM_i - PH = GH_f$$

$$4.24 \text{ kg} - 0.001 \text{ kg} = GH_f$$

$$4.239 \text{ kg} = GH_f$$

En esta etapa del horneado hubo una disminución de peso de 4.24 kg a 4.239 kg debido a que hubo una pérdida de humedad de 0.001 kg.

Balance de masa en la etapa de Enfriado:



$$G_{inicial} = G_{final}$$

$$4.239 \text{ kg} = G_{final}$$

Balance de masa en la etapa de Envasado:



$$G_{inicial} = G_{final}$$

$$4.239 \text{ kg} = G_{final}$$

Balance de energía de la galleta testigo

$$C_p = 1.424X_h + 1.549X_p + 1.675X_f + 0.837X_a + 4.187X_w$$

Donde:

C_p = calor específico kcal/kg

X = fracción másica

h = carbohidratos

p = proteína

f = grasa

a = ceniza

w = agua

$$Q = m \times Cp \times (T_2 - T_1)$$

Donde:

Q = calor requerido en kcal

m = masa en kg

T₁ = temperatura de entrada (°C)

T₂ = temperatura de salida (°C)

Balance de energía en el proceso de horneado de la galleta

$$Cp = 1.424(0.6879) + 1.549(0.0481) + 1.675(0.23) + 0.837(0.0192) + 4.187(0.014)$$

$$Cp = 0.980 + 0.075 + 0.385 + 0.016 + 0.059$$

$$Cp = 1.514 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}$$

$$Q = (4.24 \text{ kg}) \times (1.514 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}) \times (150 ^\circ\text{C} - 13 ^\circ\text{C})$$

$$Q = (4.24 \text{ kg}) \times (1.514 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}) \times (137 ^\circ\text{C})$$

$$Q = 879.45 \text{ kcal}$$

Balance de energía en el enfriado de la galleta

$$Q = (4.239 \text{ kg}) (1.514 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}) (12 ^\circ\text{C} - 150 ^\circ\text{C})$$

$$Q = (4.239 \text{ kg}) (1.532 \text{ kcal/ kg } ^\circ\text{C}) (-138 ^\circ\text{C})$$

$$Q = -885.66 \text{ Kcal}$$

En el anexo 115, se presenta el costo de producción de las materias primas e insumos utilizados para elaborar galletas con 2 kg de harina, con un peso aproximado de masa de 4.245 kg donde el costo total de la materia prima es de S/. 94.03, obteniendo en total 250 unidades de galletas. Según los cálculos realizados se puede apreciar que el costo unitario de producción de (13.21 gr) es de S/. 0.38 por lo tanto, el costo de producción por paquete (4 unidades) (52.84 gr) es de S/. 1.52.

Anexo 115: Costo de la galleta más aceptable T7 elaborada con harina de cañihua y quinua con sustitución de margarina por aceite y crema de castaña

Materia prima e insumos	Precio por presentación			Formulación base del (T7)			Costo Total (S/.)
	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (S/.)	Porcentaje (%)	Cantidad	Unidad	
Harina de trigo (Bell's)	1	kg	4.30	31.75	1.3	kg	5.59
Harina de cañihua	1	kg	6.50	12.21	0.5	kg	3.25
Harina de quinua	1	kg	12.50	4.88	0.2	kg	2.50
Aceite de castaña (Gatti)	250	ml	27.0	12.82	525	ml	56.70
Castaña	1	kg	25.00	2.72	0.1112	kg	2.78
Margarina (Primavera)	1	kg	30.00	14.61	0.598	kg	17.94
Azúcar blanca (Dulfina)	1	kg	5.30	19.54	0.8	kg	4.24
Polvo de hornear (Universal)	25	gr	1.00	0.49	20	gr	0.80
Sal de mesa (Marina)	1	kg	1.50	0.49	0.02	kg	0.030
Bicarbonato de sodio	250	gr	2.50	0.49	20	gr	0.20
	TOTAL			100			
	COSTO TOTAL DE MATERIA PRIMA E INSUMOS						94.03
	Producción Total (unidades de galletas)						250
	Costo unitario de producción (13.21 gr)						0.38
	Costo de producción por paquete (4 unidades) (52.84 gr)						1.52

