

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y
Acuicultura

Escuela Profesional de Ingeniería Alimentaria

EFFECTO DEL MUCÍLAGO Y HARINA DE *Linum usitatissimum* "LINAZA" EN LAS
PROPIEDADES SENSORIALES DE GALLETAS Y SU IMPACTO EN EL TIEMPO
DE VIDA ÚTIL.

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Alimentario

AUTORA

Guerrero Ramírez, Tatiana Milagros

ASESOR

Ing. Candela Díaz, José Eduardo

JURADO

Mg. Terry Calderón, Víctor Manuel

Mg. Aldave Palacios, Gladis Josefina

Ing. Blas Ramos, Walter Eduardo

Dr. Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Lima – Perú

2018

DEDICATORIA

El presente trabajo reflejado en la presente investigación, refleja una gran fuerza de voluntad, perseverancia y sacrificio que fue sostenido por la bondad y amor de Mi Dios y las muestras de amor de mi familia, a quienes dedicaré mis logros.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su gracia incomparable, dándome salud, protección y sabiduría en todo tiempo; y por haber puesto en mí camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A la Universidad Nacional Federico Villarreal F.O.P.C.A.A. – Escuela Profesional de Ingeniería Alimentaria, institución del cual se me permite considerarla como muestra de estudio.

A mi asesor el Ing. José Eduardo Candela Díaz, docente investigador, que pudo orientar, guiar y supervisar el proceso del trabajo de tesis.

A todos los profesores de mi alma mater, por sus conocimientos impartidos durante toda mi formación profesional. Agradezco especialmente a la Ing. Carmen del Pilar Minaya Agüero y al Ing. Javier Enrique Chiyong Castillo, por su orientación, colaboración y apoyo brindado.

A mis amigos y compañeros de promoción, por apoyarnos mutuamente en nuestra formación profesional.

Un agradecimiento especial, a mi familia, personas que amo, por su paciencia, comprensión, amor y palabras de ánimo que nunca faltan a mi persona.

A los miembros de jurado que dieron su aporte y valiosas sugerencias para que la presente tesis sea culminada con éxito.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenido.....	iii
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	ix
Índice de apéndices	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
Introducción.....	16
Capítulo I: Aspectos Generales.....	18
1.1 Antecedentes.....	18
1.2 Formulación del problema.....	20
1.3 Justificación del problema.....	21
1.4 Importancia del problema.....	22
1.5 Hipótesis.....	23
1.6 Objetivos.....	24
Capítulo II: Marco Teórico.....	25
2.1 Propiedades funcionales.....	25
2.2 El lino y la semilla de linaza.....	26
2.2.1 Características y crecimiento del lino.....	26
2.2.2 Características del cultivo de la planta de lino.....	28
2.2.3 Aspectos generales de la linaza.....	29
2.2.4 Historia.....	29
2.2.5 Producción nacional de la linaza.....	30
2.2.6 Composición química de la semilla de linaza.....	31
2.2.7 Propiedades funcionales de la semilla de linaza y beneficios de su consumo.....	42
2.2.8 Componentes antinutricionales de la linaza.....	45
2.3 Aspectos generales sobre el grano de trigo.....	47
2.3.1 Historia.....	47
2.3.2 Producción.....	48
2.3.3 Estructura.....	51
2.3.4 Composición química.....	51

2.4 La harina de trigo.....	53
2.4.1 Efectos del procesamiento.....	55
2.4.2 Clasificación de la harina de trigo.....	55
2.4.3 Composición química.....	56
2.5 Aspectos generales de las galletas.....	62
2.5.1 Definición de galletas.....	62
2.5.2 Clasificación.....	63
2.5.3 Requisitos físicoquímicos y microbiológicos.....	64
2.5.4 Descripción de ingredientes en la elaboración de galletas.....	66
2.5.5 Proceso de galletería.....	69
2.6 Textura en los alimentos.....	70
2.7 Tiempo de vida útil de los alimentos.....	72
2.7.1 Metodología.....	73
2.7.2 Tiempo de vida útil en galletería.....	74
Capítulo III: Materiales y métodos.....	75
3.1 Lugar de ejecución.....	75
3.2 Materiales.....	75
3.2.1 Materia prima e insumos.....	75
3.2.2 Materiales y equipos.....	76
3.2.3 Metodología experimental.....	78
3.3.1 Descripción tecnológica del proceso para la obtención del mucílago de linaza.....	78
3.3.2 Diagrama de flujo para la obtención del mucílago de linaza.....	81
3.3.3 Descripción tecnológica del proceso para la obtención de la harina de linaza.....	83
3.3.4 Diagrama de flujo para la obtención de la harina de linaza.....	87
3.3.5 Formulaciones de la galleta con linaza.....	88
3.3.6 Descripción tecnológica del proceso para la obtención de galleta con linaza.....	88
3.3.7 Diagrama de flujo para la elaboración de galleta con linaza.....	100
3.3.8 Diagrama de operaciones para la elaboración de galleta con linaza.....	98
3.3.9 Diagrama de layout para la elaboración de galleta con linaza.....	102
3.3.10 Diagrama de procesos para la elaboración de galleta con linaza.....	105
3.3.11 Diseño experimental.....	107
3.3.12.1 Métodos de control.....	110

3.3.12.2	En la harina de trigo.....	110
3.3.12.3	En las semillas de linaza.....	111
3.3.12.4	En la harina de linaza.....	112
3.3.12.5	En el mucílago de linaza.....	113
3.3.12.6	En la masa galletera.....	114
3.3.12.7	En las galletas formuladas.....	115
3.3.12.8	En el producto final.....	122
Capítulo IV: Resultados.....		124
4.1	Análisis en la harina de trigo.....	124
4.1.1	Análisis fisicoquímicos.....	124
4.1.2	Análisis microbiológicos.....	125
4.2	Análisis en la semilla de linaza.....	125
4.2.1	Análisis fisicoquímico.....	125
4.2.2	Análisis microbiológico.....	126
4.3	Prueba de hipótesis.....	126
4.3.1	Resultados del análisis en la harina de linaza.....	126
4.3.2	Resultados del análisis físico en el mucílago de linaza.....	130
4.3.3	Resultados del análisis de humedad en la masa galletera.....	131
4.3.4	Resultados del tiempo de horneado del producto terminado.....	136
4.3.5	Resultados de la humedad del producto terminado.....	141
4.3.6	Resultados del análisis sensorial del producto terminado.....	145
4.3.7	Resultados en el producto final.....	186
4.4	Balance de materia del producto final.....	201
4.4.1	Información técnica.....	202
4.5	Balance de energía del producto final.....	203
4.6	Costos directos del producto final.....	204
Capítulo V: Discusiones.....		210
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones.....		218
Referencias Bibliográficas.....		221

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Papel de las proteínas en sistemas alimenticios</i>	26
Tabla 2. <i>Descripción taxonómica de la linaza</i>	28
Tabla 3. <i>Producción de linaza en el Perú</i>	31
Tabla 4. <i>Composición proximal de la linaza</i>	32
Tabla 5. <i>Composición de aminoácidos en la linaza</i>	34
Tabla 6. <i>Nomenclatura, definición y fuentes de ácidos grasos omega 3</i>	37
Tabla 7. <i>Nomenclatura, definición y fuentes de ácidos grasos omega 6</i>	38
Tabla 8. <i>Nomenclatura, definición y fuentes de ácidos grasos omega 9</i>	39
Tabla 9. <i>Contenido vitamínico de la linaza</i>	41
Tabla 10. <i>Contenido mineral de la semilla de linaza</i>	42
Tabla 11. <i>Producción de harina de trigo en el Perú</i>	49
Tabla 12. <i>Composición nutricional del trigo</i>	53
Tabla 13. <i>Contenido en nutrientes de la harina de trigo según su grado de extracción por 100 g de alimento</i>	57
Tabla 14. <i>Composición Química de la harina de trigo (En 100 g del alimento)</i>	58
Tabla 15. <i>Composición química de la harina de trigo (g/100 g de alimento)</i>	61
Tabla 16. <i>Requisitos fisicoquímicos y nutricionales de la harina de trigo</i>	62
Tabla 17. <i>Criterios físicos químicos para galletas</i>	64
Tabla 18. <i>Criterios microbiológicos para harinas</i>	65
Tabla 19. <i>Criterios microbiológicos para galletas</i>	66
Tabla 20. <i>Clasificación de las características texturales de los alimentos</i>	72
Tabla 21. <i>Esquema de Tipos de Formulaciones</i>	88
Tabla 22. <i>Diseño experimental del estudio</i>	108
Tabla 23. <i>Modelo de tabla para describir la estructura del mucílago</i>	114
Tabla 24. <i>Modelo de tabla para la determinación del pH del mucílago</i>	114
Tabla 25. <i>Claves asignadas a cada una de las formulaciones de galletas</i>	116
Tabla 26. <i>Humedad de la harina de trigo</i>	124
Tabla 27. <i>pH y Acidez de la harina de trigo</i>	124
Tabla 28. <i>Humedad en la semilla de linaza</i>	125
Tabla 29. <i>Humedad de las harinas de linaza</i>	126
Tabla 30. <i>pH de las harinas de linaza</i>	128
Tabla 31. <i>Porcentaje de acidez de las harinas de linaza</i>	129

Tabla 32. <i>Composición proximal de la harina de linaza</i>	130
Tabla 33. <i>Estructura del Mucílago de linaza</i>	131
Tabla 34. <i>pH del Mucílago de linaza</i>	131
Tabla 35. <i>Porcentaje de humedad en la masa galletera</i>	132
Tabla 36. <i>ANVA de la humedad en la masa galletera</i>	132
Tabla 37. <i>Comparación de promedios en la masa galletera</i>	133
Tabla 38. <i>Rangos de promedios en la masa galletera</i>	134
Tabla 39. <i>Prueba de Tukey para la humedad en la masa galletera</i>	134
Tabla 40. <i>Tiempo de horneado a 170 °C</i>	136
Tabla 41. <i>ANVA del tiempo de horneado</i>	137
Tabla 42. <i>Comparación de promedios en el tiempo de horneado</i>	138
Tabla 43. <i>Rangos de promedios en el tiempo de horneado</i>	138
Tabla 44. <i>Prueba de Tukey en el tiempo de horneado</i>	139
Tabla 45. <i>Porcentaje de humedad en el producto terminado</i>	141
Tabla 46. <i>ANVA de la humedad en el producto terminado</i>	141
Tabla 47. <i>Comparación de promedios en la humedad del producto terminado</i>	142
Tabla 48. <i>Rangos de promedios en la humedad del producto terminado</i>	143
Tabla 49. <i>Prueba de Tukey en la humedad del producto terminado</i>	143
Tabla 50. <i>Resultados del análisis sensorial de las galletas</i>	146
Tabla 51. <i>ANVA de la prueba de preferencia</i>	148
Tabla 52. <i>Comparación de promedios de la prueba de preferencia</i>	150
Tabla 53. <i>Rangos de promedios en la prueba de preferencia</i>	151
Tabla 54. <i>Resultados de la prueba hedónica de preferencia</i>	151
Tabla 55. <i>Resultados del análisis sensorial del color en las galletas</i>	153
Tabla 56. <i>Rangos obtenidos para el atributo color</i>	154
Tabla 57. <i>Resultados del análisis sensorial del olor en las galletas</i>	157
Tabla 58. <i>Rangos obtenidos para el atributo olor</i>	158
Tabla 59. <i>Resultados del análisis sensorial del sabor en las galletas</i>	161
Tabla 60. <i>Rangos obtenidos para el atributo sabor</i>	162
Tabla 61. <i>Resultados del análisis sensorial de la textura en las galletas</i>	165
Tabla 62. <i>Rangos obtenidos para el atributo textura</i>	166
Tabla 63. <i>Resultados de la prueba hedónica y prueba de Friedman para los atributos sensoriales en galletas evaluadas sensorialmente</i>	168

Tabla 64. <i>Resultados del análisis sensorial de la galleta con linaza del T3 y galleta comercial con cereales y fibra</i>	170
Tabla 65. <i>Resultados del análisis sensorial para el atributo color</i>	171
Tabla 66. <i>ANVA para el atributo color</i>	173
Tabla 67. <i>Resultados del análisis sensorial para el atributo olor</i>	174
Tabla 68. <i>ANVA para el atributo olor</i>	176
Tabla 69. <i>Resultados del análisis sensorial para el atributo sabor</i>	177
Tabla 70. <i>ANVA para el atributo sabor</i>	179
Tabla 71. <i>Resultados del análisis sensorial para el atributo textura</i>	180
Tabla 72. <i>ANVA para el atributo textura</i>	182
Tabla 73. <i>Análisis de la varianza del DBCA de las galletas con linaza y comercial</i>	183
Tabla 74. <i>Composición proximal en la galleta con linaza</i>	186
Tabla 75. <i>Composición proximal en las galletas</i>	187
Tabla 76. <i>Contenido de Minerales y Cenizas</i>	190
Tabla 77. <i>Contenido de ácidos grasos en 100 g de galleta con linaza</i>	191
Tabla 78. <i>Contenido de ácidos grasos por cada 100 g de producto</i>	192
Tabla 79. <i>Contenido de ácido alfa linolénico por cada 100 g de galletas</i>	193
Tabla 80. <i>Comportamiento del índice de peróxido durante 15 días de almacenamiento</i>	194
Tabla 81. <i>Valores para definir el orden de la ecuación cinética para el contenido de peróxidos</i>	195
Tabla 82. <i>Valores para definir la ecuación de Arrhenius para el contenido de peróxidos</i>	196
Tabla 83. <i>Comportamiento de la acidez durante 12 días de almacenamiento a temperatura acelerada, de las galletas con linaza y “Gran Cereal” clásica</i>	197
Tabla 84. <i>Comportamiento del pH durante 12 días de almacenamiento a temperatura acelerada, de las galletas con linaza y “Gran Cereal” clásica</i>	198
Tabla 85. <i>Comportamiento de la humedad durante 12 días de almacenamiento a temperatura acelerada, de las galletas con linaza y “Gran Cereal” clásica</i>	199
Tabla 86. <i>Porcentajes de pérdidas de la materia prima</i>	202
Tabla 87. <i>Especificaciones técnicas de la galleta con linaza</i>	202
Tabla 88. <i>Costos de materia prima e insumos</i>	205
Tabla 89. <i>Costos de mano de obra</i>	206
Tabla 90. <i>Costos directos de fabricación</i>	207

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Plantas de Lino (<i>Linum usitatissimum</i>).....	27
<i>Figura 2.</i> Semillas de linaza y su aceite.....	28
<i>Figura 3.</i> Producción de linaza en el Perú.....	30
<i>Figura 4.</i> Composición de ácidos grasos del aceite de linaza.....	35
<i>Figura 5.</i> Estructura del ácido alfa linolénico omega 3.....	37
<i>Figura 6.</i> Estructura del ácido linoleico omega 6.....	39
<i>Figura 7.</i> Estructura del ácido linoleico omega 9.....	40
<i>Figura 8.</i> Producción de harina de trigo en el Perú.....	49
<i>Figura 9.</i> Consumo Percápita Nacional Trigo y sus Derivados.....	50
<i>Figura 10.</i> Espigas y granos de trigo.....	51
<i>Figura 11.</i> Estructura del grano de trigo.....	52
<i>Figura 12.</i> Contenido de Fibras de algunos cereales.....	54
<i>Figura 13.</i> Harina de trigo.....	56
<i>Figura 14.</i> Estructura química de la amilosa.....	59
<i>Figura 15.</i> Estructura química de la amilopectina.....	59
<i>Figura 16.</i> Formación de gluten.....	60
<i>Figura 17.</i> Viscoelasticidad y cohesividad de la masa panadera.....	60
<i>Figura 18.</i> Semillas de linaza, variedad nacional.....	78
<i>Figura 19.</i> Semillas de linaza para extraer el mucílago.....	78
<i>Figura 20.</i> Proceso de la extracción del mucílago.....	79
<i>Figura 21.</i> Filtrado del mucílago.....	79
<i>Figura 22.</i> Envasado del mucílago.....	80
<i>Figura 23.</i> Diagrama de flujo para la elaboración de mucílago de <i>Linum usitatissimum</i> “linaza” (Parte 1).....	81
<i>Figura 24.</i> Diagrama de flujo para la elaboración de mucílago de <i>Linum usitatissimum</i> “linaza” (Parte 2).....	82
<i>Figura 25.</i> Semillas de linaza antes del secado en estufa.....	83
<i>Figura 26.</i> Secado en estufa a 150 °C/ 10 minutos de las semillas de linaza.....	84
<i>Figura 27.</i> Semillas de linaza después del secado en estufa.....	84
<i>Figura 28.</i> Harina de linaza.....	84
<i>Figura 29.</i> Tamices con abertura de 2 mm, 1,4 mm, 710 u y 600 u.....	85
<i>Figura 30.</i> Pesado del harina de linaza.....	85

<i>Figura 31.</i> Envasado de la harina de linaza.....	85
<i>Figura 32.</i> Diagrama de flujo para la obtención de la harina de <i>Linum usitatissimum</i> “linaza”.....	87
<i>Figura 33.</i> Etapa del mezclado en la elaboración de galletas.....	89
<i>Figura 34.</i> Etapa del amasado en la elaboración de galletas.....	90
<i>Figura 35.</i> Etapa de reposo en la elaboración de galletas.....	90
<i>Figura 36.</i> Manga galletera marca "Marcato" y sus moldes.....	91
<i>Figura 37.</i> Etapa de moldeo en la elaboración de galletas para T1.....	91
<i>Figura 38.</i> Etapa de moldeo en la elaboración de galletas para T2.....	92
<i>Figura 39.</i> Etapa de moldeo en la elaboración de galletas para T3.....	92
<i>Figura 40.</i> Etapa de moldeo en la elaboración de galletas T3 para determinar su tiempo de vida útil.....	93
<i>Figura 41.</i> Etapa de moldeo en la elaboración de galletas para T4.....	93
<i>Figura 42.</i> Estufa memmert.....	94
<i>Figura 43.</i> Etapa de horneado en la elaboración de galletas.....	94
<i>Figura 44.</i> Galletas horneadas del T1.....	95
<i>Figura 45.</i> Galletas horneadas del T2.....	95
<i>Figura 46.</i> Galletas horneadas del T3.....	96
<i>Figura 47.</i> Galletas horneadas del T4.....	96
<i>Figura 48.</i> Etapa de envasado en la elaboración de galletas T3 para determinar su tiempo de vida útil.....	98
<i>Figura 49.</i> Galletas envasadas del T1, T2, T3 y T4.....	98
<i>Figura 50.</i> Etapa de almacenamiento de galletas a temperatura de 22 °C.....	99
<i>Figura 51.</i> Etapa de almacenamiento de galletas T3 para determinar su tiempo de vida útil.....	99
<i>Figura 52.</i> Diagrama de flujo para la elaboración de galleta con <i>Linum usitatissimum</i> “linaza” (Parte 1).....	100
<i>Figura 53.</i> Diagrama de flujo para la elaboración de galleta con <i>Linum usitatissimum</i> “linaza” (Parte 2).....	101
<i>Figura 54.</i> Diagrama de operaciones para la elaboración de galleta con <i>Linum usitatissimum</i> “linaza” (Parte 1).....	102
<i>Figura 55.</i> Diagrama de operaciones para la elaboración de galleta con <i>Linum usitatissimum</i> “linaza” (Parte 2).....	103

<i>Figura 56.</i> Diagrama de layout para la elaboración de galleta con <i>Linum usitatissimum</i> “linaza”.....	104
<i>Figura 57.</i> Diagrama de procesos para la elaboración de galleta con <i>Linum usitatissimum</i> “linaza” (Parte 1).....	105
<i>Figura 58.</i> Diagrama de procesos para la elaboración de galleta con <i>Linum usitatissimum</i> “linaza” (Parte 2).....	106
<i>Figura 59.</i> Acondicionamiento de la harina de trigo para determinar la acidez.....	110
<i>Figura 60.</i> Acondicionamiento de la harina de trigo para determinar el pH.....	110
<i>Figura 61.</i> Harinas de linaza.....	112
<i>Figura 62.</i> Acondicionamiento de las harinas de linaza para determinar la acidez.....	112
<i>Figura 63.</i> Acondicionamiento de las harinas de linaza para determinar el pH.....	112
<i>Figura 64.</i> Ficha de evaluación sensorial 1.....	118
<i>Figura 65.</i> Ficha de evaluación sensorial 2.....	119
<i>Figura 66.</i> Ficha de evaluación sensorial 3.....	121
<i>Figura 67.</i> Variación de la humedad en la semilla de linaza.....	126
<i>Figura 68.</i> Comparación del porcentaje de humedad entre las harinas de linaza.....	127
<i>Figura 69.</i> Comparación del pH entre las harinas de linaza.....	128
<i>Figura 70.</i> Comparación del porcentaje de acidez entre las harinas de linaza.....	129
<i>Figura 71.</i> Interacción del factor M (Mezcla de harinas) y mucílago de linaza.....	135
<i>Figura 72.</i> Representación gráfica de la humedad en la masa galletera.....	136
<i>Figura 73.</i> Interacción del factor M (Mezclas de harinas) y la adición del mucílago para el tiempo de horneo en el producto terminado.....	139
<i>Figura 74.</i> Representación gráfica de la variable tiempo de horneo en el producto terminado.....	140
<i>Figura 75.</i> Interacción de la humedad en la masa y el tiempo de horneado para el producto terminado.....	144
<i>Figura 76.</i> Humedad de los productos terminados.....	144
<i>Figura 77.</i> Evaluación de la preferencia en el producto terminado.....	149
<i>Figura 78.</i> Evaluación del color en el producto terminado.....	156
<i>Figura 79.</i> Evaluación del olor en el producto terminado.....	160
<i>Figura 80.</i> Evaluación del sabor en el producto terminado.....	164
<i>Figura 81.</i> Evaluación de la textura en el producto terminado.....	168
<i>Figura 82.</i> Etiqueta nutricional de la galleta Gran Cereal clásica 40 g.....	188
<i>Figura 83.</i> Índice de peróxido en función al tiempo.....	194

<i>Figura 84.</i> Diagrama de Log K vs 1/Tabs para el contenido de peróxidos.....	196
<i>Figura 85.</i> Acidez en función al tiempo.....	197
<i>Figura 86.</i> pH en función al tiempo.....	198
<i>Figura 87.</i> Humedad en función al tiempo.....	199
<i>Figura 88.</i> Diagrama de Balance cualitativo de materia para la elaboración de galleta con <i>Linum usitatissimum</i> “linaza”.....	201

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Informe de ensayo de la Harina de trigo.....	229
Apéndice 2. Informe de ensayo en la Semilla de linaza.....	231
Apéndice 3. Informes de ensayos de las Harinas de linaza.....	232
Apéndice 4. Informe de ensayo de las formulaciones de Galletas con linaza.....	238
Apéndice 5. Informe de ensayo para la galleta con linaza T3.....	239
Apéndice 6. Informe de ensayo para la galleta Gran Cereal.....	240
Apéndice 7. Informe de ensayo para la galleta con linaza T3 en día 12 de almacenamiento a temperatura acelerada.....	241
Apéndice 8. Informe de ensayo para la galleta gran cereal en día 12 de almacenamiento a temperatura acelerada.....	242
Apéndice 9. Fotografías a panelistas en el análisis sensorial de la primera etapa.....	243
Apéndice 10. Fotografías a panelistas en el análisis sensorial de la segunda etapa.....	244
Apéndice 11. Informe de ensayo de los resultados analíticos de la harina de linaza.....	245
Apéndice 12. Informe de ensayo de los resultados analíticos de la galleta con linaza.....	247
Apéndice 13. Norma técnica Peruana de Determinación de peróxidos en galleta.....	251

RESUMEN

Se determinó el efecto del mucílago y harina de linaza en las propiedades sensoriales de galletas y su impacto en el tiempo de vida útil de la mejor formulación de galleta con linaza, la cual contiene nuevos ingredientes ricos en ácidos grasos poliinsaturados, fibra dietética y proteínas de buena calidad nutricional. En el método empleado se realizó caracterización de la materia prima; pruebas preliminares; cuatro tratamientos de galletas, el T1 era la formulación con 100 % harina de trigo y adición de mucílago al 20 % y las siguientes tres formulaciones con la sustitución parcial de harina de trigo por harina de linaza en 10 %, 20 % y 30 % y adición de mucílago al 20 %; llevándose a cabo análisis físico y sensorial, finalmente se realizó el estudio de vida útil del producto final. La composición química proximal de la harina de linaza fue: humedad 0,11 %; acidez 0,12 %; proteína 19,65 %; grasa 30,21 %; carbohidratos disponibles 17,47 %, fibra dietaria 29,20 % y cenizas 3,36 %; intensificándose principalmente los contenidos de proteína, grasa y fibra dietaria. Al realizar la primera etapa del análisis sensorial, se obtuvo que el orden de preferencia de menor a mayor fue T4, T1, T2 y T3. Aunque el T4 fue la menos preferida, fue la más aceptada en función al color, tuvo una preferencia sobre el T3. La mejor aceptada en función al olor, sabor y textura fue el T3. La menos aceptada en función al sabor fue el T4 y en función a la textura, olor y color fue el T1. Después de realizar la segunda etapa del análisis sensorial, resultó que el T3 y la galleta “Gran Cereal” no son iguales, siendo el T3 la más preferida en función al olor y sabor, pero igual en función al color y textura. Además tiene un tiempo de vida útil de 53 días a 22 °C y 15 días a 40 °C. El análisis químico proximal resultó: humedad 1,75 %; proteína 10,24 %; grasa 14,40 %; carbohidratos 45,17 %; fibra dietaria 27,33 %; cenizas 1,11 %; índice de peróxido 3,38 % y con una densidad energética de 351,24 kcal/ 100 g. Del total de grasa que contiene la galleta con linaza T3, la grasa saturada representa 24,30 %; monoinsaturada 23,61 % y poliinsaturada 18,75 %; en la que el contenido de ácido alfa linolénico ($18,3 \omega 3$) es 17,36 % y ácido linoleico ($18,2 \omega 6$) es 1,39 %; por lo tanto resultó tener una alta proporción de ácido alfa linolénico $\omega 3$ en relación al ácido linolénico $\omega 6$. La proporción de $\omega 6/ \omega 3$ es de 0,08:1; valor menor y mejor que lo señalado por Morris (2007), quien menciona que la linaza por tener alto contenido de $\omega 3$, tiene una proporción de $\omega 6/ \omega 3$ de 0,3:1; como lo señalado por López (2010) “La linaza es la única semilla en que el contenido de omega 3 supera considerablemente el contenido de omega 6”. A partir de los resultados de la investigación se considera al 20 % una sustitución adecuada de harina de trigo por harina de linaza y el 20 % de mucílago de linaza un ingrediente adecuado para ser incorporado en las formulaciones de galletas. Se recomienda evaluar el contenido de peróxidos de la linaza, por ser uno de los parámetros de mayor importancia que influye en el tiempo de vida útil del producto final.

Palabras clave: Mucílago, harina de linaza, galleta, vida útil.

ABSTRACT

It was determined the effect of mucilage and flaxseed flour on the sensory properties of biscuits and their impact on the useful life time of the best formulation of biscuit with Flaxseed, which contains new ingredients rich in polyunsaturated fatty acids, fiber Diet and protein of good nutritional quality. In the method used, characterization of the raw material was performed; preliminary testing; four cookie treatments, the T1 was the formulation with 100 % wheat flour and addition of mucilage to 20 % and the following three formulations with partial substitution of wheat flour by flaxseed flour in 10 %, 20 % and 30 % and addition of mucilage to 20 %; carrying out physical and sensory analysis, finally the study of useful life of the final product was carried out. The proximal chemical composition of flaxseed flour was: 0,11 % humidity; acidity 0,12 %; protein 19,65 %; fat 30,21 %; carbohydrates available 17,47 %, dietary fiber 29,20 % and ashes 3,36 %; it mainly intensifies the contents of protein, fat and dietary fiber. When performing the first stage of sensory analysis, it was obtained that the order of preference from lower to higher was T4, T1, T2 and T3. Although T4 was the least preferred, it was the most accepted according to color, had a preference over T3. The best accepted according to the smell, taste and texture was the T3. The least accepted in function of the taste was T4 and depending on the texture, smell and color was the T1. After performing the second stage of sensory analysis, it turned out that the T3 and the cookie "Great Cereal" are not the same, the T3 being the most preferred in function to the smell and taste, but equal in function to the color and texture. It also has a useful life time of 53 days at 22 °C and 15 days at 40 °C. The proximal chemical analysis resulted: humidity 1,75 %; protein 10,24 %; fat 14,40 %; carbohydrates 45,17 %; dietary fiber 27,33 %; ashes 1,11 %; peroxide index 3,38 % and with an energy density of 351,24 kcal/100 g. Of the total fat contained in the biscuit with T3 flaxseed, saturated fat represents 24,30 %; monounsaturated 23,61 % and polyunsaturated 18,75 %; in which the content of alpha-linolenic acid (18,3 ω 3) is 17,36 % and linoleic acid (18,2 ω 6) is 1,39 %; therefore it proved to have a high proportion of alpha linolenic acid ω 3 in relation to linolenic acid ω 6. The ratio of Ω 6/ ω 3 is 0,08:1; lower and better value than that indicated by Morris (2007), who mentions that flaxseed for having high ω 3 content has a ω 6/ ω 3 ratio of 0,3:1; as indicated by Lopez (2010) "Flaxseed is the only seed where Omega 3 content significantly exceeds Omega 6 content". From the results of the investigation, 20 % is considered an adequate substitution of wheat flour by flaxseed flour and 20 % of flaxseed mucilage an adequate ingredient to be incorporated into cookie formulations. It is recommended to evaluate the peroxide content of flaxseed, as it is one of the most important parameters that influences the lifespan of the final product.

Key words: mucilage, flaxseed flour, biscuit, shelf life.

INTRODUCCIÓN

Existen muchos niños de los países en desarrollo que llegan a la adolescencia desnutridos. Un niño sufre desnutrición cuando no cuenta con alimento suficiente y adecuado para su supervivencia y para el buen funcionamiento y desarrollo de su cuerpo y de sus capacidades cognitivas e intelectuales; todo lo contrario al concepto de la malnutrición, que incluye tanto la falta como el exceso de alimentos, generando sobrepeso u obesidad (UNICEF, 2011).

Por ello una nutrición adecuada, en cantidad y en calidad es la clave para el buen desarrollo físico e intelectual del niño. “En el mundo se producen alimentos suficientes para satisfacer las necesidades de todos los hombres, las mujeres y los niños que lo habitan. Por lo tanto, el hambre y la desnutrición no son consecuencias sólo de la falta de alimentos, sino también de la pobreza, la desigualdad y los errores en el orden de las prioridades” (UNICEF, 2011, p.36), Islas *et al.*, (2012) afirman “en la búsqueda de distintas soluciones prácticas a los problemas de salud globales, se están diseñando alimentos industrializados que además de aportar nutrientes, promuevan beneficios a la salud, estos son los llamados alimentos funcionales” (p.186).

En los últimos años se ha incrementado la demanda de productos de buen sabor y fáciles de usar, con una larga vida de anaquel y que se ajuste a las nuevas recomendaciones nutricionales, como disminuir el contenido total de grasas saturadas y aumentar la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (Morones, 2012). “Las galletas constituyen uno de los productos más versátiles clasificados como de consumo masivo y es considerado un producto de primera necesidad debido a la alta aceptabilidad que tiene entre los grupos de todas las edades” (Aleman, 2005).

En el Perú, la linaza es conocida mayormente por ser una semilla laxante, pero no como una de las más ricas fuentes de ácidos grasos esenciales y también por proporcionar proteínas de buena calidad nutricional (Ticona, 2006), para el mejor aprovechamiento de los componentes de la linaza, la semilla debe molerse, de esta manera es posible aumentar su bio-disponibilidad.

En este contexto, siendo la linaza rica en compuestos que proporcionan beneficios a la salud humana, fue el principal valor agregado en la presente investigación. Además, junto con su alto contenido de proteínas, hacen de la linaza un ingrediente alimentario muy atractivo para la elaboración de galletas (Figuerola, Muñoz y Estevez, 2008).

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Antecedentes

Actualmente, la popularidad de la linaza ha crecido a nivel mundial, como suplemento de alimentos, más aún cuando los consumidores conscientes de la importancia de la salud aumentan la demanda por alimentos enriquecidos con fibra (Aleman, 2005).

Al respecto Figuerola, Muñoz y Estévez (2008) en el artículo científico “La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos”, nos mencionan que la semilla de linaza tiene potencial para ser usada para la extracción de mucílago y para la producción de harina rica en proteínas y fibra. Los autores afirman que el mucílago tiene propiedades que se asemejan mucho a las de la goma arábica y además presenta la capacidad de formar geles fuertes termo-reversibles de establecimiento en frío a pH entre 6,0 y 9,0. Hacen la sugerencia que el nivel de harina de linaza que se puede incorporar en la elaboración de alimentos está determinado por los cambios organolépticos y tecnológicos que ocurran en ellos.

En el artículo científico, se describe experiencias realizadas en panificación, por ejemplo; se encontró que al agregar 5 % de harina de linaza a la formulación para panes, la firmeza de la masa se mantiene, aumenta la absorción de agua y la curva del farinograma se debilita. La firmeza del pan aumenta y disminuye la calidad de la miga y la corteza, pero su volumen es mayor y tiene mayor vida útil; por otra parte no se observaron cambios en el contenido de lignanos. En el caso de “muffins”, con 10 % de harina de linaza, se logran productos con buena apariencia, color, sabor, textura y aceptabilidad.

Las galletas a diferencia de otros productos como el pan o los bizcochos, son sistemas de baja humedad en los que la grasa tiene un papel fundamental. Las grasas mejoran la textura, la apariencia, la lubricidad, la sensación en boca y el sabor, contribuyendo así a la palatabilidad del alimento (Tarancón, 2013).

Morones (2012) en la tesis “Efecto de la fortificación de galletas de avena con harina de lenteja y aceite de linaza y su impacto en la vida de anaquel”, tuvo como objetivo elaborar galletas de avena, con harina de lenteja y ácidos grasos poliinsaturados, mediante la inclusión de microcápsulas de aceite de linaza en su formulación, el autor realizó cinco formulaciones de galletas, las cuales fueron identificadas como F1, F2, F3, F4 y F5, su formulación control fue la receta casera de avena (F1). Al realizar el análisis proximal se observó un incremento en el contenido de proteína de $7,29 \pm 0,07$ de la F1 a $10,26 \pm 0,03$ de la F5; lo cual representa un 40,74 % de aumento; en cuanto al contenido de ácido alfa linolénico, la F5 teóricamente contiene 1,03 % a diferencia de un 0 % de la F1. Por ello la formulación la que contenía 50 g de aceite de linaza microencapsulado más la sustitución de 40 % de harina de trigo por harina de lenteja (F5) fue la que aportó un nivel más alto en proteína y contenía ácido alfa linolénico en niveles muy adecuados, su aceptación fue de 73 %, que aunque no era la más alta fue estadísticamente aceptable por los jueces no entrenados (consumidores), además de que fue preferida a la fórmula casera original.

Alemán (2005) en la tesis “Evaluación físico-química y sensorial de galletas de trigo y linaza (*Linum usitatissimum*) como fuente de fibra dietética y ácido alfa-linolénico”, formuló dos tipos de galletas de harina de trigo enriquecidas con 3 % y 5 % de linaza entera, y una formulación control la cual no contenía linaza. El autor tuvo como objetivo determinar la cantidad de fibra dietética y ácido alfa-linolénico que la linaza aporta a las galletas, así como el aporte en proteínas, cenizas y grasas. Obtuvo como resultado que la suplementación con linaza mejora el valor nutritivo de las galletas al incrementar principalmente el porcentaje de fibra dietética de 6,48 % a 7,86 % y 10,11 % para 3 % y 5 % de linaza respectivamente. Igualmente se encontraron aumento en los valores de proteínas de 14,37 % y 14,82 %, en grasa de 10,31 % y 10,88 % y en cenizas de 1,39 % y 1,45 %. En base a lo

descrito se concluyó que la linaza puede ser empleada para el enriquecimiento de galletas, ya que mejora el balance nutricional de las mismas y le confiere características agradables.

Ticona (2006) en la tesis “Elaboración de pan con linaza”, tuvo como objetivo elaborar un pan con sustitución parcial del harina de trigo por harina de linaza que aporta ácidos grasos omega-3 que son esenciales para el organismo y también tienen un efecto preventivo en diferentes enfermedades en especial contra la cardiopatía cardiovascular y sin la utilización de manteca, la cual aporta ácidos grasos trans o grasas saturadas que son dañinas para la salud. Los resultados indicaron que el valor calórico del pan con linaza (339,6 kcal) era mayor que el pan francés (291 kcal) y del pan integral (302,53 kcal); el autor concluye que un producto con un elevado contenido calórico, que actualmente se recomienda su restricción de consumo, puede convertirse en un producto recomendable con un claro beneficio para la salud.

1.2 Formulación Del Problema

Problema general

¿Cuál será el efecto del mucílago y harina de linaza en las propiedades sensoriales de galletas y su impacto en el tiempo de vida útil?

Problemas específicos

- ¿Será factible obtener mucílago y harina de linaza con buenas características fisicoquímicas y/o química proximal que serán empleados para la elaboración de galletas?
- ¿Es posible que el tiempo de horneado y la humedad de la galleta para cada tipo de tratamiento esté en función de la adición de mucílago y harina de linaza?
- ¿Cuál será el efecto del mucílago y harina de linaza en las características sensoriales y aceptación general de la galleta con linaza?

- ¿Qué parámetro se podrá considerar para estimar el tiempo de vida útil del mejor tratamiento?

1.3 Justificación Del Problema

Las galletas representan una manera eficaz de aumentar el aporte energético complementando de una manera muy conveniente el valor nutritivo, constituyendo unos de los productos que más atención han demandado desde el punto de vista de investigación.

En este contexto, Alemán (2005) señala “las nuevas investigaciones se centran no solamente en la reducción de calorías a través de la sustitución de harinas o grasa con reemplazadores de menor contenido calórico, sino también en el contenido de fibra dietética”.

“La fibra dietética actúa como un agente esponjante en el intestino. Dicha fibra incrementa el peso fecal y la viscosidad del material digerido, mientras que reduce el tiempo de tránsito del material a través del intestino. De esta manera, la fibra dietética ayuda a controlar el apetito y la glucosa en la sangre, promueve la laxación y reduce los lípidos de la sangre. Las dietas ricas en fibra dietética pueden ayudar a reducir el riesgo de enfermedades del corazón, diabetes, el cáncer colorrectal, la obesidad e inflamación” (Ampuero, 2011).

Los ácidos grasos poliinsaturados cumplen funciones fisiológicas importantes; los ácidos grasos esenciales no pueden sintetizarse en el cuerpo y es necesario consumirlos en la dieta. Hoy en día es conocido que el ácido alfa-linolénico (AAL) es esencial para un crecimiento y desarrollo normal, este compuesto es sintetizado sólo por algunas plantas, algas y el fitoplancton; algunos aceites de semillas contienen el AAL como son la linaza, canola, soya, entre otros (Alemán, 2005).

La linaza tiene alrededor de 40 % de lípidos, 30 % de fibra dietética y 20 % de proteína. La composición proximal varía considerablemente entre las variedades y de acuerdo a las condiciones ambientales en las que haya crecido la planta. Para el mejor aprovechamiento de los componentes de la linaza, la semilla debe molerse, de manera de aumentar su bio-disponibilidad. El procesamiento de la semilla, para la obtención de harina o mucílago, es complejo y hasta el momento no están resueltas todas las dificultades que conlleva (Figuerola, Muñoz y Estévez, 2008).

El mucílago y harina de linaza al ser adicionados a la formulación de galletas, ¿Podrían aportar buenas características en las propiedades sensoriales y en su tiempo de vida útil, además de aumentar el contenido de fibra dietética, proteínas, ácido graso poliinsaturado α – linolénico, mejorando el balance nutricional y energético de las mismas? Ello sería de suma importancia porque así, el consumidor no detectaría cambios sensoriales que puedan influir en continuar consumiendo las nuevas galletas.

En la actualidad en la industria panificadora se están elaborando una variedad de galletas con cereales como kiwicha, avena; leguminosas como la soya y maníes; sémola, germen y salvado de trigo; semillas enteras como chía, linaza y ajonjolí; todo ello para conseguir un producto nutritivo con elevado contenido de fibra y ácidos grasos insaturados.

1.4 Importancia Del Problema

Al incorporar mucílago y harina de linaza a la formulación de galletas, se daría un valor agregado al mucílago y harina de linaza a fin de incentivar otra forma de consumo de dicha semilla.

Las galletas al contener mucílago y harina de linaza, sería un producto nuevo dentro del mercado nacional de productos saludables. Entre el público objetivo se encuentran los niños y adolescentes que necesitan una dieta alta en proteína, fibra y/o ácido alfa linolénico; y adultos que tengan enfermedades relacionadas con el sistema digestivo y tracto intestinal.

1.5 Hipótesis

General

H₀: El efecto del mucílago y harina de linaza en las propiedades sensoriales de galletas es aceptado sensorialmente y su impacto en el tiempo de vida útil depende principalmente del contenido de peróxidos.

H_a: El efecto del mucílago y harina de harina de linaza en las propiedades sensoriales de galletas no es aceptado sensorialmente y su impacto en el tiempo de vida útil no depende principalmente del contenido de peróxidos.

Específicas

- Es factible obtener mucílago y harina de linaza con buenas características fisicoquímicas y/o química proximal que serán empleados en la elaboración de galletas.
- El tiempo de horneado y la humedad de la galleta para cada tipo de tratamiento está en función de la adición de mucílago y harina de linaza.
- Elaborando galleta con linaza se obtiene un producto final con buenas características sensoriales y aceptación general.
- El tiempo de vida útil del mejor tratamiento de la galleta con linaza está en función del contenido de peróxidos.

1.6 Objetivos

General

Determinar el efecto del mucílago y harina de linaza en las propiedades sensoriales de galletas y su impacto en el tiempo de vida útil.

Específicos

- Obtener mucílago y harina de linaza con buenas características fisicoquímicas y/o química proximal que serán empleados para la elaboración de galletas.
- Determinar el tiempo de horneado y la humedad de la galleta para cada tipo de tratamiento en función de la adición de mucílago y harina de linaza.
- Realizar la evaluación sensorial y aceptabilidad general de la galleta con linaza.
- Determinar el tiempo de vida útil del mejor tratamiento de galleta con linaza en función del contenido de peróxidos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Propiedades Funcionales

La factibilidad de aplicación de un ingrediente o alimento va a depender de su propiedad funcional, la cual se refiere a las características que determinaran su uso. La funcionalidad de una sustancia se define como toda propiedad, nutricional o no, que interviene en su utilización, este comportamiento va a depender de las propiedades físicas y químicas que se afectan durante el procesamiento, almacenamiento, preparación y consumo del alimento. Por ejemplo, las propiedades funcionales permiten el uso de las proteínas como ingredientes en alimentos, aunque generalmente se incorporan en mezclas complejas (Badui, 2006).

Las características sensoriales son generalmente de mayor importancia para el consumidor que el valor nutricional, características que frecuentemente son alteradas para lograr buenas cualidades organolépticas; como textura, sabor, color y apariencia, las que a su vez son el resultado de interacciones complejas entre los ingredientes. Por ejemplo, el caso de los productos de panadería, donde la viscosidad y la capacidad de formar pastas se relacionan justamente con las propiedades de las proteínas del gluten de trigo (Badui, 2006). El papel funcional de varias proteínas en diferentes alimentos se describe en la tabla 1.

La industria alimentaria se encuentra en búsqueda de proteínas alternativas, que puedan competir con aquellas que actualmente dominan el mercado y tengan características nutritivas, funcionales y sensoriales adecuadas para utilizarse en el desarrollo de nuevos productos alimenticios. Esta búsqueda se centra más hacia las proteínas vegetales, que tradicionalmente han desempeñado un papel muy importante en la nutrición humana (Badui, 2006).

Tabla 1
Papel de las proteínas en sistemas alimenticios

Función	Propiedad Física/Química	Alimento	Tipo de proteína
Adhesión – cohesión	Hidrofobicidad, interacciones iónicas y puentes de hidrógeno	Cárnicos, salchichas, pastas, panificación	Proteínas musculares, proteínas del huevo, proteínas del suero
Elasticidad	Interacciones hidrofóbicas, puentes disulfuro	Panadería y cárnicos	Proteínas musculares, gluten y proteínas de cereales.
Capacidad de ligar grasa y sabores	Interacciones hidrofóbicas, atrapamiento	Productos de panadería bajos en grasa, donas	Proteínas lácteas, proteínas del huevo, gluten y proteínas de cereales.

Fuente: Badui, 2006.

2.2 El Lino Y La Semilla De Linaza

2.2.1 Características y crecimiento del lino

Sebastián (2007) en la tesis “Disponibilidad y efectividad relativa de quelatos de zinc aplicados a suelos en un cultivo de lino (*Linum usitatissimum L.*) textil”, menciona:

El lino (*Linum usitatissimum*) es una planta de periodo anual, herbácea de 40 cm a 80 cm de altura, perteneciente a la familia de las Lináceas. Sus raíces son cortas y pivotantes y posee un único tallo erguido con más o menos ramificaciones según sus variedades. Las hojas son enteras, estrechas, ovales y dispuestas de forma alterna en el tallo. Las flores son

de color blanco o azul, con cinco pétalos. El fruto es una cápsula que contiene aproximadamente diez semillas, las cuales miden de 4 mm a 5 mm, siendo brillantes y de color marrón que se encuentran dentro de cinco carpelos. Estas semillas oleaginosas, aplanadas y picudas son llamadas linaza (Ver figura 1).

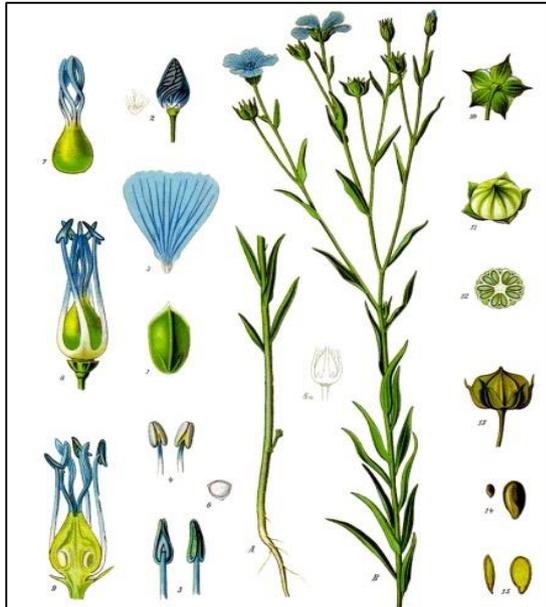


Figura 1. Plantas de Lino (Fuente: Cazabonne, 2010).

Colonia (2012) en la tesis “Efecto del consumo de linaza (*Linum usitatissimum*) sobre el perfil lipídico de adultos aparentemente sanos, Lima, 2011”, menciona:

La linaza es una semilla producida por las flores azules del cultivo *Linum usitatissimum*, es rica en ácido alfa linolénico $\omega - 3$ (AAL; C18: n-3), fibra y fitoestrógenos. La semilla es plana, ovalada con borde puntiagudo, y mide entre 4 mm a 6 mm. Su textura es tostada, chiclosa, con sabor a nuez. El color puede variar desde amarillo hasta café oscuro, que se modifica de acuerdo a las técnicas de cultivo. De acuerdo a la variedad se puede distinguir dos tipos: Color café y Omega; que presentan mayor contenido del ácido alfa linolénico (AAL), cultivado en el país de Canadá y EE.UU respectivamente; Solin con bajo contenido de AAL y Nulin con muy alto contenido de AAL (Ver tabla 2 y figura 2).

Tabla 2

Descripción taxonómica de la linaza

Nombre	Lino
Nombre científico	<i>Linum usitatissimum</i>
Variedad / familia	Lináceas
Nombre común	Linaza

Fuente: Morones, 2012.



Figura 2. Semillas de linaza (Fuente: ElHerbolario.com, 2017).

2.2.2 Características del cultivo de la planta de lino

Gallego (2008) en el artículo de investigación titulado “Manual de parámetros técnicos para el cultivo del lino (*Linum usitatissimum*) en el Ecuador”, identificó las siguientes exigencias de cultivo para la semilla de lino:

- A. Temperatura,** el lino puede soportar una temperatura de 16 °C a 20 °C. Según el clima se distinguen dos tipos de lino: los linos de fibra que se cultivan en climas húmedos y suaves, y los linos oleaginosos que se cultivan en climas templados y cálidos.
- B. Suelo,** para el cultivo de lino se recomienda arar el suelo un mes antes de implantar el cultivo y una semana antes de la siembra, ya que al pequeño tamaño de la semilla se puede tener problemas de germinación en suelos compactos.

- C. Riego**, la planta de lino es especialmente sensible a la sequía durante los días anteriores y posteriores a la floración, por lo que requiere abundante agua, aproximadamente de 400 L/ m² a 450 L/ m², por ello se recomienda diseñar un sistema de riego durante todo el ciclo.
- D. Abonado**, se utilizan abonos nitrogenados para un correcto desarrollo del cultivo y para obtener buenos rendimientos de fibra de lino, también se emplean abonos fosfóricos para favorecer el rendimiento, tanto de fibra como en la semilla de lino y abonos potásicos para favorecer la calidad de la fibra.
- E. Herbicidas**, el lino por sí solo no se defiende de las malas hierbas por ello es preciso realizar un adecuado manejo del cultivo para evitar problemas de malezas, para esto se utilizan productos pre-emergentes y se lleva un adecuado control de esta durante todo el ciclo.

2.2.3 Aspectos generales de la linaza

La linaza es una semilla oleaginosa, fuente importante de ácidos grasos omega 3, especialmente el ácido alfa linolénico, además de ello es importante resaltar lo siguiente:

El ácido grasos alfa linolénico puede constituir hasta el 52 % del total de ácidos grasos, de compuestos fenólicos conocidos como lignanos, de una goma coloidal y de proteína de buena calidad. Estos compuestos, aunque están ubicados en diferentes partes de la semilla, interactúan entre si durante la extracción y el procesamiento, lo que plantea grandes desafíos para su utilización (Figuerola, Muñoz & Estévez, 2008, p. 51).

2.2.4 Historia

La Linaza (*Linun usitatissimum*), es un grano antiguo que ha sido parte de la dieta humana, su origen se remonta en Mesopotamia, sin embargo uno de los primeros expedientes de su uso culinario es a partir de las épocas de Grecia antigua. 650 a.C., Hipócrates, el padre de la medicina moderna, escribió acerca del uso de lino para el alivio de dolores del estómago en y

el filósofo griego Theophrastus, recomendó el uso del mucílago de lino como remedio contra la tos. En el siglo VIII d.C., Carlos Magno, consideró el lino muy importante por su uso culinario, medicinal y utilidad de la fibra. Fue posteriormente introducida por los colonos a América del Norte, y en el siglo XVII, se introdujo y plantó en Canadá, país que actualmente domina la producción mundial (Aleman, 2005).

2.2.5 Producción nacional de la linaza

Canadá produce cerca del 40 % de la semilla de linaza en el mundo y es el mayor exportador de esta semilla en el comercio global de linaza (Morones, 2012), otros datos de importancia son:

La semilla de linaza se cultiva en el Perú principalmente en los departamentos de Cajamarca, Cuzco, Arequipa, Ayacucho, Apurímac, Huancavelica y Junín, haciendo un total de 353 hectáreas sembradas durante la campaña 2010 - 2011 en Cuzco, Apurímac y Junín. El cultivo en Junín, en la campaña 2010 - 2011 fue de 312 hectáreas (Colonia, 2012). Según el INEI la producción de linaza en el Perú en el año 2012 fue de 1273,1 toneladas (Ver figura 3 y tabla 3).

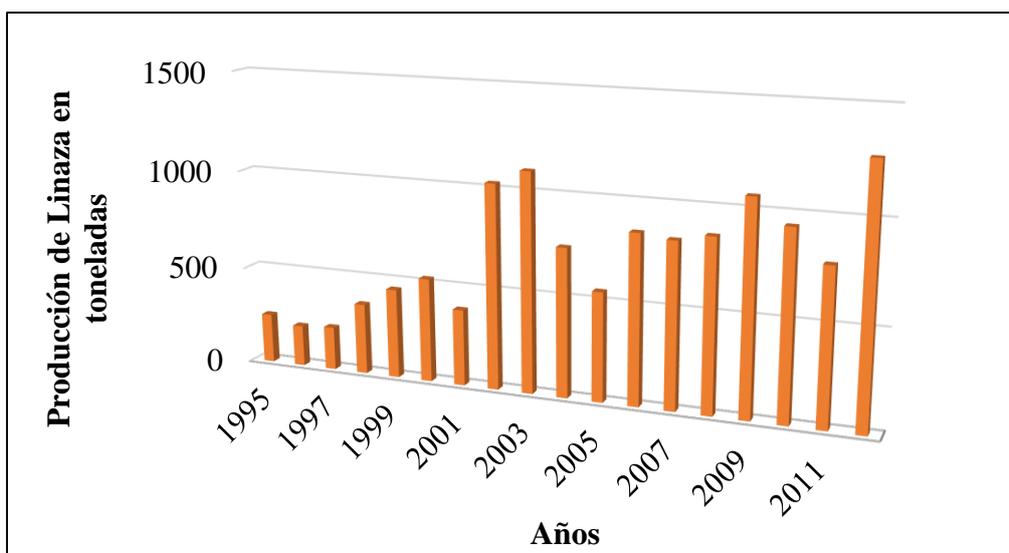


Figura 3. Producción de linaza en el Perú (Fuente: INEI, s.f.).

Elaboración Propia.

Tabla 3
Producción de linaza en el Perú

Año	Producción (t)
2000	527
2001	388,4
2002	1029,5
2003	1101,8
2004	749,70
2005	552,30
2006	852,80
2007	832,40
2008	867,10
2009	1064,2
2010	941,70
2011	783,60
2012	1273,1

Fuente: INEI, s.f.

2.2.6 Composición química de la semilla de linaza

La semilla de lino (*Linum usitatissimum*) es considerada un alimento funcional debido a su alto contenido de fibra total, proteína, lignanos y perfil de ácidos grasos poliinsaturados en el cual predomina su elevado contenido de ácidos grasos omega 3, 6 y 9 (Figuerola, Muñoz & Estévez, 2008). Su composición puede variar dependiendo su genética, el medio ambiente, el procesamiento de la semilla y el método de análisis utilizado. Por ejemplo: “en promedio, la linaza café canadiense contiene 41 % de grasa, 20 % de proteína, 28 % de fibra dietética total, 7,7 % de humedad y 3,4 % de ceniza, el cual es un residuo rico en minerales que queda después de quemar las muestras” (Morris, 2007, p. 10).

Otros datos de su composición proximal son los presentados en la tabla 4, los cuales fueron obtenidos a partir de reportes de diversas variedades de linaza cultivadas en Estados Unidos y Canadá (Ostojich, 2010) y los reportados por Silva, Gallardo y Pascual (2013) en el artículo de investigación “Caracterización físico-química del aceite de linaza (*Linum usitatissimum*) del departamento de Cajamarca, Perú”, siendo de 41,43 % de grasa; 21,25 % de proteína; 8,52 % de carbohidratos; 17,54 % de fibra; 6,92 % de humedad y 4,33 % de cenizas.

Tabla 4
Composición proximal de la linaza

Componente	g/100 g de semilla
Humedad	6 – 9
Grasa	34 – 53
Proteína	19 – 36
Fibra dietética	10 – 28
Cenizas	3 – 5
Carbohidratos totales	1 – 6
Energía (kcal/100 g)	450

Fuente: Ostojich, 2010.

Carbohidratos

La linaza posee un bajo contenido de carbohidratos comparada a la harina de trigo, el cual contiene 76,3 % de carbohidratos totales y es el componente mayoritario en la formulación de galletas (Reyes, *et al.*, 2009). Figuerola, Muñoz y Estévez (2008) en el artículo de investigación “La Linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos”, mencionan que el contenido de carbohidratos equivale entre 1 g a 2 g/100 g de linaza. La mayor proporción lo conforma la fibra dietética, destacando entre otros granos por ser una rica fuente de fibra dietética soluble e insoluble, la que en total puede alcanzar el 28 % del peso seco de la semilla, con una relación de 75 % de fibra insoluble y 25 % de fibra soluble o mucílago.

Al respecto la revista Bayer Chile (2016), menciona que un 30 % de la semilla de linaza se compone de fibra dietética de la cual una tercera parte es fibra soluble y el resto fibra insoluble.

Proteínas

La linaza es relativamente rica en arginina, ácido aspártico y ácido glutámico; los aminoácidos limitantes son lisina, metionina y cisteína (Figuerola, Muñoz y Estévez, 2008), lo cual coincide con lo dicho por Morris (2007) “Entre los aminoácidos más destacados podemos mencionar al ácido glutámico, ácido aspártico, arginina, glicina, leucina, fenilalanina y valina” (Ver tabla 5). La linaza contiene todos los aminoácidos esenciales, razón por la cual se la considera un alimento de alto valor biológico. El patrón de aminoácidos en la proteína de la linaza es similar al de la proteína de soya, la cual está considerada como una de las proteínas vegetales más nutritivas. La semilla de linaza no contiene gluten, porción proteica que se halla en el grano de trigo, la avena, la cebada y el centeno

Tabla 5
Composición de aminoácidos en la linaza

Aminoácidos	Linaza (g/100 g de proteína)
Alanina	4,4
Arginina	9,2
Ácido aspártico	9,3
Cistina	1,1
Ácido glutámico	19,6
Glicina	5,8
Histidina*	2,2
Isoleucina*	4,0
Leucina	5,8
Lisina*	4,0
Metionina*	1,5
Fenilalanina*	4,6
Prolina	3,5
Serina	4,5
Treonina*	3,6
Triptófano*	1,8
Tirosina	2,3
Valina*	4,6

Fuente: Morris, 2007.

*Aminoácidos esenciales

Lípidos

La semilla de linaza es naturalmente baja en grasa saturada, tiene una cantidad moderada de grasa monoinsaturada y alta en ácidos poliinsaturados (Ver figura 4). La linaza es particularmente rica en dos ácidos grasos esenciales; el ácido alfa linolénico ω -3 y el ácido linoleico ω -6. Estos ácidos grasos poliinsaturados son esenciales para los humanos, y deben obtenerse de las grasas y aceites de los alimentos debido a que el organismo no los produce (Morris, 2007).

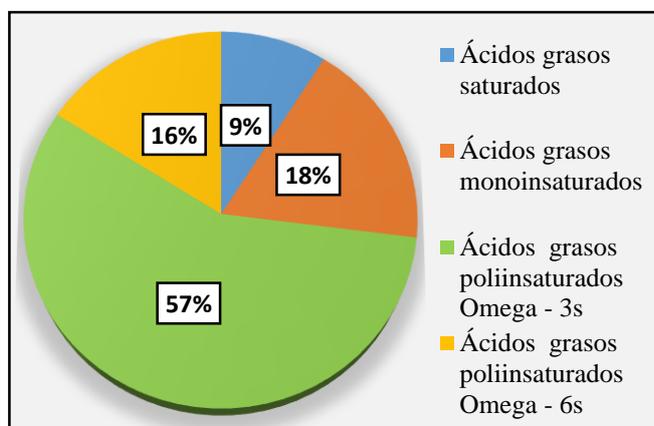


Figura 4. Composición de ácidos grasos del aceite de linaza (Fuente: Morris, 2007).

Elaboración propia.

Respecto al lugar de almacenamiento en la semilla, Quezada (2014) en la tesis “Elaboración de una bebida funcional tipo “Refreshante” a base de linaza saborizada con piña: Estudio de vida útil y aporte nutricional de la formulación”, menciona que los cotiledones son el principal tejido de almacenamiento, el que está constituido principalmente por triacilgliceroles (98 %) y se encuentra en glóbulos de aceite de 1,3 μ m de diámetro. También en la fracción lipídica se encuentra un 0,9 % de fosfolípidos y un 0,1 % de ácidos grasos libres.

Ácidos grasos omega

Los ácidos grasos omega son nombrados usando la letra griega ω . Son ácidos grasos insaturados que han sido clasificados como omegas debido a la posición del primer doble

enlace, el cual se cuenta desde el grupo metilo (CH₃). Durán (2014), menciona que el grupo metilo, por ser el último carbono de la cadena, es llamado carbono "omega". El autor los clasifica según su interés biológico en:

- **Ácidos grasos esenciales (omega 3 y omega 6)**, son los que no pueden ser biosintetizados en el organismo y por tanto es necesario consumirlos en la dieta para importantes funciones corporales.
- **Ácidos grasos no esenciales (omega 9)**, son los que pueden ser sintetizados en el organismo (Ver tabla 8 y figura 7).

Los ácidos grasos omega poseen una gran cantidad de beneficios entre los cuales destacan: promueven una piel juvenil y cabello saludable; apoyan la función o acción adecuada de la tiroides y de las suprarrenales y de esta manera son capaces de reforzar la inmunidad; promueven la sangre saludable, prevención y tratamiento de la diabetes tipo 2, enfermedades del hígado, artritis reumatoide, presión alta de la sangre, enfermedades coronarias, embolias, el Alzheimer, alcoholismo y ciertos tipos de cáncer (Durán, 2014 y Quezada 2014).

A. Omega 3

Existen tres tipos de ácidos grasos omega 3, el ácido alfa linolénico, eicosapentaenoico y docosahexaenoico, los cuales se describen en la tabla 6.

Tabla 6

Nomenclatura, definición y fuentes de ácidos grasos omega 3

Ácido Graso	Abreviatura	Notación	Definición	Fuentes
Alfa linolénico	ALA	C18:3 $\omega 3$	Es un ácido poliinsaturado de 18 átomos de carbono y tres dobles enlaces.	Aceite de linaza, canola, maíz, soja y vegetales de hoja verde como la espinaca
Eicosapentaenoico	EPA	C20:5 $\omega 3$	Ácido graso poliinsaturado de 20 átomos de carbono y cinco dobles enlaces.	Pescados de aguas saladas: arenque, bacalao, sardinas y anchoas
Docosahexaenoico	DHA	C22:6 $\omega 3$	Ácido graso poliinsaturado de 22 átomos de carbono y seis dobles enlaces.	

Fuente: Durán, 2014.

El principal de este grupo es el ácido graso alfa linolénico, cuyo doble enlace inicia entre el carbono 9 y el 10 (Ver figura 5).

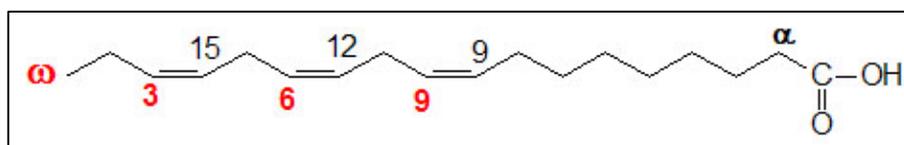


Figura 5. Estructura del ácido alfa linolénico omega 3 (Fuente: La página de Bioquímica Médica, 2015).

B. Omega 6

Dentro de este grupo se encuentra el ácido linolénico gama - linolénico y araquidónico, explicados a continuación en la tabla 7.

Tabla 7

Nomenclatura, definición y fuentes de ácidos grasos omega 6

Ácido Graso	Abreviatura	Notación	Definición	Fuentes
Linoleico	AL	C18:2 ω6	Ácido graso formado por una cadena de 18 carbonos y dos dobles enlaces.	Aceite de canola, girasol, linaza, maíz, soya, granos, leguminosas y productos de origen vegetal.
Gama-linoleico	AGL	C18:3 ω6	Ácido graso poliinsaturado de 18 átomos de carbono y tres dobles enlaces.	Aceites vegetales, leguminosas y vísceras de animales.
Araquidónico	AA	C20:4 ω6	Ácido graso poliinsaturado de 20 átomos de carbono y cuatro dobles enlaces.	Carne roja y blanca de origen animal, productos lácteos, aceite de soja, de maíz, girasol, huevos, cacahuates y la alga marina nori.

Fuente: Durán, 2014.

El principal de este grupo es el ácido graso linoléico, el cual posee su primer doble enlace entre el carbono 9 y el 10 (Ver figura 6).

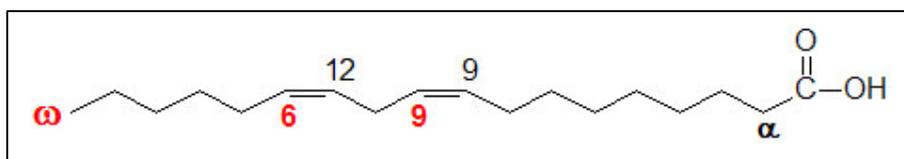


Figura 6. Estructura del ácido linoleico omega 6 (Fuente: La página de Bioquímica Médica, 2015).

C. Omega 9

Es un ácido graso monoinsaturado no esencial. Dentro de este grupo, los principales omega son el ácido oleico y el erúxico, los cuales están descritos en la tabla 8.

Tabla 8

Nomenclatura, definición y fuentes de ácidos grasos omega 9

Ácido Graso	Abreviatura	Notación	Definición	Fuentes
Oleico	AO	C18:1 ω9	Ácido graso formado por una cadena de 18 carbonos y un doble enlace.	Grasas vegetales y animales, aceite de oliva, girasol, canola y linaza, nueces, almendras, maní, semillas de girasol y aguacates.
Erúxico	AE	C22:1 ω9	Ácido Graso formado por una cadena de 22 carbonos y un doble enlace	Canola y semillas de mostaza

Fuente: Durán, 2014.

El ácido graso principal de este grupo es el ácido graso oléico, el cual posee el doble enlace entre el carbono 9 el 10 (Ver figura 7).

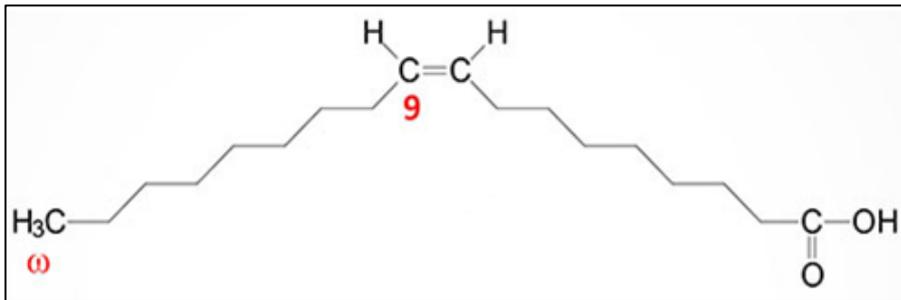


Figura 7. Estructura del ácido linoleico omega 9 (Fuente: La página de Bioquímica Médica, 2015).

Vitaminas y minerales

La linaza contiene cantidades menores de vitaminas solubles en agua y grasa, dentro de las vitaminas que contiene la semilla predominan las del grupo B, además está presente la vitamina E, vitamina soluble en grasa que se encuentra principalmente como gamma-tocoferol (Ver tabla 9). El gamma – tocoferol es un antioxidante que protege a las proteínas celulares y a las grasas de la oxidación, promueve la excreción de sodio en la orina, lo cual puede ayudar a disminuir la presión en la sangre, su contenido puede variar desde 8,5 mg a 39,5 mg/ 100 g de semilla (Morris, 2007).

Tabla 9
Contenido vitamínico de la linaza

Vitaminas	mg/100 g
Soluble en agua	
Tiamina/Vitamina B1	0,53
Riboflavina/Vitamina B2	0,23
Niacina/ácido nicotínico	3,21
Piridoxina/Vitamina B6	0,61
Ácido pantoténico	0,57
	mcg/ 100 g
Ácido fólico	112
Biotina	6
Soluble en grasa	
	mg/ kg en aceite
Carotenos	No detectados
Vitamina E Alfa-tocoferol	7
Delta- tocoferol	10
Gamma-tocoferol	552
Vitamina K	No detectados

Fuente: Morris, 2007.

Entre los minerales que contiene la linaza, destaca el contenido de: Potasio 831 mg/ 100 g, Fósforo 622 mg/ 100 g, Magnesio 431 mg/100 g y Calcio 236 mg/ 100 g de linaza (Ver tabla 10).

Tabla 10
Contenido mineral de la semilla de linaza

Minerales	mg/100 g
Calcio	236
Cobre	1
Acero	5
Magnesio	431
Manganeso	3
Fósforo	622
Potasio	831
Sodio	27
Zinc	4

Fuente: Morris, 2007.

2.2.7 Propiedades funcionales de la semilla de linaza y beneficios de su consumo

La semilla tiene propiedades nutricionales interesantes y efectos potencialmente beneficiosos para la salud tales como la reducción del riesgo de desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Figuerola, Muñoz & Estévez, 2008). Estas propiedades se deben a su composición química como a diversos componentes importantes. Entre ellos, destaca la fibra dietética, ácidos grasos poliinsaturados, proteína y fitoquímicos como los lignanos (Bayer, s.f). “La localización dentro de la semilla, su complejidad y las posibles interacciones de los diversos componentes que poseen actividad biológica son un gran desafío para el procesamiento de este ingrediente alimentario” (Figuerola, Muñoz & Estévez, 2008, p. 52).

A. Ácidos grasos omega

El ácido graso alfa linolénico, ácido graso madre de la familia omega 3 y el ácido linoleico, ácido graso madre de la familia omega 6, por ser ácidos grasos esenciales, son necesarios para mantener la estructura de las células de las membranas y la salud de la piel, y están involucrados

en los niveles de colesterol y el metabolismo. Los ácidos grasos esenciales pueden convertirse en componentes llamados eicosanoides, los cuales juegan un papel importante en las reacciones inflamatorias del cuerpo (Morris, 2006). Los ácidos grasos ω -3 de cadena larga, como los ácidos eicosapentanoico (EPA) y docosahexanoico (DHA) reducen los niveles de colesterol y proporcionan fluidez a la membrana celular. Deficiencias de EPA y DHA pueden retrasar el crecimiento en niños, y su extrema o prolongada insuficiencia puede llegar a ser fatal. Una falta de dichos ácidos grasos poliinsaturados puede perjudicar el sistema inmune, cardiovascular, la función motriz y visual. El consumo diario para adultos de estos dos ácidos grasos esenciales es de unos cuantos gramos, con una proporción de ω -6/ ω -3 de 5/1 a 10/1 (Hernández, 2014).

B. Fibra dietética

Hasta los años setenta la fibra, entonces denominada fibra bruta o fibra cruda, era considerada como una fracción de los alimentos de valor energético y nutricional nulo, y por lo tanto los productos con mínimo contenido de fibra eran los más preferidos por la industria alimentaria. Actualmente, se ha convertido en uno de los principales ingredientes de los alimentos funcionales, constituyendo más del 50 % del total de ingredientes usados a nivel mundial y se está incorporando progresivamente a todo tipo de alimento y bebidas como factor de calidad nutricional muy apreciado por los consumidores. Este cambio es consecuencia de las divulgaciones de las propiedades fisiológicas y nutricionales que se han manifestado por distintas investigaciones científicas (Hernández, 2014). “Los efectos fisiológicos de la fibra dietética se relacionan con sus propiedades fisicoquímicas y tecnológicas, como capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento, viscosidad, formación de gel y capacidad de ligación de las sales biliares” (Figuerola, Muñoz y Estévez, 2008, p.53).

Quezada (2014) en la tesis “Elaboración de una bebida funcional tipo “Refrescante” a base de linaza saborizada con piña: Estudio de vida útil y aporte nutricional de la formulación” describe a la fibra soluble y fibra insoluble de la siguiente manera:

- **Fibra soluble:** Se encuentra principalmente en frutas, legumbres, avena, semillas y algunos vegetales como las coles. En contacto con el agua forman un retículo donde quedan atrapadas, dando origen a soluciones de gran viscosidad, cuyos efectos recaen sobre el metabolismo lipídico, de hidratos de carbono, y anticancerígeno.
- **Las fibras insolubles:** Se encuentra en los cereales integrales y vegetales como la zanahoria y apio, forman mezclas de baja viscosidad. Sus efectos son que aumentan la masa fecal y el tránsito intestinal.

La fibra total representa alrededor del 28 % del peso de las semillas de linaza sin desgrasar.

Morris (2007) nos dice que las mayores fracciones de fibra en la linaza son:

- A. La celulosa, principal componente de la pared celular de las plantas y constituye la fibra insoluble.
- B. Los mucílagos, tipo de polisacárido que se vuelve viscoso una vez que se mezcla con agua u otros fluidos. El mucílago de la linaza consiste en tres distintos tipos de arabinoxilanos, los cuales forman grandes agregaciones en solución y contribuyen a sus cualidades de gel; le confieren la característica de fibra soluble.
- C. La lignina, es un tipo de fibra característica de plantas leñosas, tiene la función estructural, brinda fuerza y rigidez; y está relacionada con los lignanos por su composición química, constituye también la fibra insoluble.

El mucílago está compuesto por dos polisacáridos, uno neutro (aproximadamente 75 %) y otro ácido. El polímero neutro está formado por una cadena de β -D-Xilosa unida con enlaces 1-4, que tiene cadenas laterales de arabinosa y galactosa en posición 2 y 3. El polímero ácido está formado por una cadena principal de residuos de (1-2)- α -L ramnopiranosil y de ácido (1-4)-D-galactopiranosilurónico, con cadenas laterales de fucosa y galactosa. Los estudios realizados acerca de la composición del mucílago de la linaza indican que su composición en monosacáridos presenta variaciones significativas dependiendo del tipo de cultivo, aquellos

con mayor contenido de polisacáridos neutros muestran mayor viscosidad aparente y formación de geles más firmes (Figuerola, Muñoz y Estévez, 2008).

C. Lignanos

Los lignanos presentes en alimentos pueden ser biotransformados por las bacterias del intestino y ser absorbidos, están presentes en la saliva, orina, suero, bilis y fluidos seminales. Estos compuestos son conocidos como enterolignanos o lignanos de mamíferos y, al igual que otros fitoestrógenos, imitan los efectos de los estrógenos (Boluda, *et al.*, 2006).

Los lignanos son tanto antioxidantes como fitoestrógenos. Los antioxidantes son compuestos que trabajan para evitar que el oxígeno reaccione y dañe las proteínas, grasas y otros componentes de nuestros tejidos, mientras que los fitoestrógenos son compuestos que se encuentran en plantas que pueden tener una actividad estrógena débil en los animales y los humanos. El principal lignano en la linaza es el secoisolariciresinol diglicosido (SDG), el cual es transformado por las bacterias del intestino en los lignanos que se encuentran en los humanos y otros mamíferos. Los lignanos previenen la aparición del cáncer bloqueando ciertas enzimas involucradas en el metabolismo hormonal e interfiriendo con el crecimiento y expansión (metástasis) de células tumorosas (Morris, 2006).

Al respecto, el Consejo Canadiense de la Linaza (2005) en el artículo de investigación “Linaza Canadiense, un alimento saludable”, menciona que la fuente vegetal más rica de lignanos es la semilla del lino, proveyendo hasta 800 veces más de lignanos que la mayoría de los alimentos en una dieta vegetariana.

2.2.8 Componentes antinutricionales de la linaza

La linaza contiene algunos compuestos antinutricionales como es el caso de muchas otras plantas; el ácido fítico y los glucósidos cianogénicos son los principales, aunque en la literatura no se han informado efectos adversos provocados por el consumo de linaza. Figuerola, Muñoz y Estévez (2008) señalan:

Ácido fítico

Poderoso agente quelante de cationes y acomplejador de proteínas y almidón, está en cantidades que varían entre 0,8 g y 1,5 g/100 g del peso seco de la semilla dependiendo de cada variedad y las condiciones de crecimiento de la planta; estos valores son semejantes a los encontrados en maní y en fréjol soya, pero bastantes inferiores a los de otras oleaginosas (2 g a 5,2 g/ 100 g). El ácido fítico, que representa entre el 60 % y el 90% del fósforo presente en la semilla, constituye la principal forma de almacenamiento de este elemento y se estima que juega un papel preponderante en la viabilidad y vigor de la semilla. Se han informado efectos negativos como la reducción de la absorción de calcio, zinc, y hierro y de la digestibilidad de las proteínas.

Glucósidos cianogénicos

Tienen la capacidad de liberar cianuro por hidrólisis ácida o enzimática. En la semilla de linaza los principales glucósidos presentes son linustatina y neolinustatina, y pequeñas cantidades de linamarina y lotasutralina, estando localizados principalmente en los cotiledones. En las semillas inmaduras su contenido es menor siendo de 5,0 g/100 g comparadas a las de una semilla madura de 0,1 g/100 g. La hidrólisis ocurre cuando la semilla se daña, debida a que durante la ruptura celular se liberan enzimas que actúan sobre los sustratos cianogénicos. Algunos tratamientos, como el tostado en microondas y la ebullición en agua reducen la aparición de cianuro en un 83 % y 100 % respectivamente. Es importante destacar que el uso de la linaza habitualmente es como un ingrediente menor en

los productos de panificación, por lo que los glucósidos cianogénicos no representan un problema para el consumo, especialmente porque luego del horneado no se ha detectado presencia de cianuro en ellos.

2.3 Aspectos Generales Del Grano De Trigo

2.3.1 Historia

La palabra “Trigo” proviene del vocablo latino “Triticum” que significa “Quebrado”, “Triturado” o “Trillado”; haciendo referencia a la actividad que se debe realizar para separar los granos de trigo de la cascarilla que lo recubre (Reque, 2007).

Juárez, Bárcenas y Hernández (2014) en el artículo de investigación “El grano de trigo: características generales y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento”, nos dicen que trigo es uno de los cereales que más aparece en la literatura occidental, incluso en la Biblia es citado hasta 40 veces y en la parábola del sembrador hace alusión a la bondad. Su origen se remonta a la antigua Mesopotamia; las evidencias más antiguas provienen de Siria, Iraq, Turquía y Jordania. Existen hallazgos de restos de grano de trigo que datan del año 6700 a.C.

Según Morones (2012), ninguna civilización ha sido fundada alguna vez con una base agrícola que no sea la de los cereales. Las antiguas culturas de Babilonia y Egipto, de Roma y Grecia, y más tarde las del norte y oeste de Europa, se basaron todas en el cultivo del trigo, la cebada, el centeno y la avena. Las de la India, China y Japón tenían el arroz como cultivo básico. Los pueblos precolombinos de América: incas, mayas y aztecas cultivaron el maíz para su cotidiano pan. Las primeras formas de trigo recolectadas por el hombre hace más de doce mil años eran del tipo *Triticum monococcum* y *Triticum dicoccum*, caracterizadas fundamentalmente por tener espigas frágiles que se disgregan al madurar.

Introducida la semilla en el antiguo Egipto para su cultivo, y luego en las civilizaciones Griega y Romana; fue hasta finales del siglo XVIII que se presentaron desarrollos mecánicos en el proceso de molinería como aventadores, montacargas y métodos modernos para

transmisión de fuerza, lo que aumentó la producción de harina, apareciendo un siglo después el molino de vapor con rodillos o cilindros de hierro que representó un cambio muy importante en la molienda. Estos desarrollos tecnológicos hicieron que el cultivo se difundiera a Norteamérica y Oceanía (Reque, 2007).

2.3.2 Producción

Los cereales constituyen un conjunto de plantas de gran importancia para el hombre debido a su aporte energético y de nutrientes. Juárez, Bárcenas y Hernández (2014) mencionan que entre los cereales de mayor producción mundial se encuentra el maíz, el arroz y el trigo, además señalan que el trigo es el cereal más consumido por el hombre occidental y es cultivado en 115 países siendo los principales productores China, Estados Unidos e India.

El Ministerio de Agricultura del Perú (2013) “la producción de trigo en el Perú ha ido creciendo a una tasa promedio de 1,9 % anualmente. En el año 2003 se producían unas 190,5 para pasar a producirse 226,1 mil toneladas, representando un incremento del 18,7 % en diez años” (p.15). El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en sus sistemas de consulta de Series Nacionales informa acerca de la producción de harina en el Perú, las cuales están detalladas a continuación en la tabla 11 y figura 8.

Tabla 11
Producción de harina de trigo en el Perú

Año	Producción (t)
2000	927094
2001	1001941
2002	983146
2003	986469
2004	1002638
2005	1034731,9
2006	1102855
2007	1047467,8
2008	1045190
2009	1081105
2010	1214251,8
2011	1236506,8
2012	1248038,3
2013	1201997,2

Fuente: INEI, s.f.

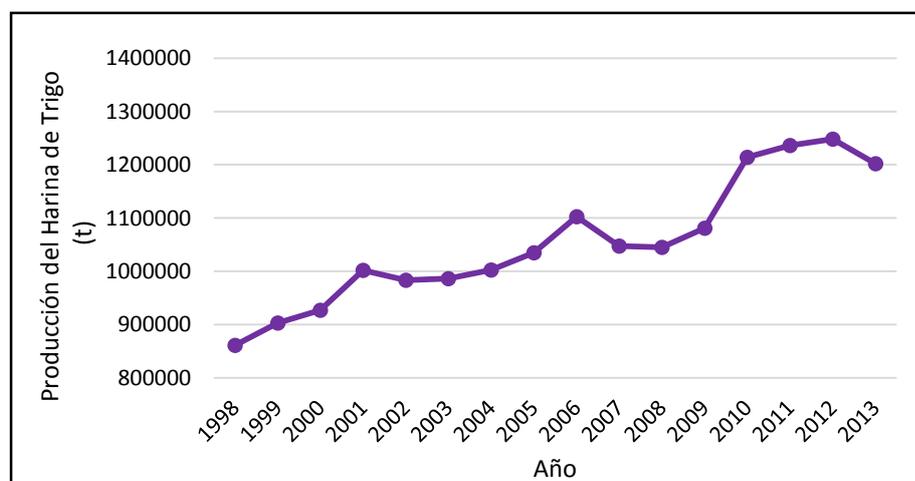


Figura 8. Producción de harina de trigo en el Perú (Fuente: Elaboración Propia).

El Ministerio de Agricultura del Perú (2013) también nos menciona que a nivel del país el consumo Percápita de trigo como cereal es alrededor de 2,8 kg/persona, se afirma la importancia de considerar los datos de acuerdo a la región natural donde se encuentra, por ejemplo: se señala que en la Costa el consumo es en promedio de 0,6 kg/persona, mientras en que la Sierra y Selva es de 7,2 kg/persona y 0,6 kg/persona respectivamente. Se reconoce que la alimentación en zonas rurales es alrededor de 8,8 kg/persona en comparación con las zonas urbanas la cual es de 1,0 kg/persona, a la vez señala a Lima Metropolitana como el lugar donde se da el menor consumo de este cereal, siendo de 0,8 kg/persona. Respecto al consumo de la harina de trigo. Respecto a la producción de la harina de trigo se hace mención que es el principal producto que puede producir gran demanda en el consumo de pan y pastas. El consumo promedio a nivel nacional es 1,4 kg/persona, por región natural apreciamos que en la Costa es alrededor de 0,5 kg/persona, en la Sierra de 3,0 kg/persona y Selva con 0,8 kg/persona (Ver figura 9).

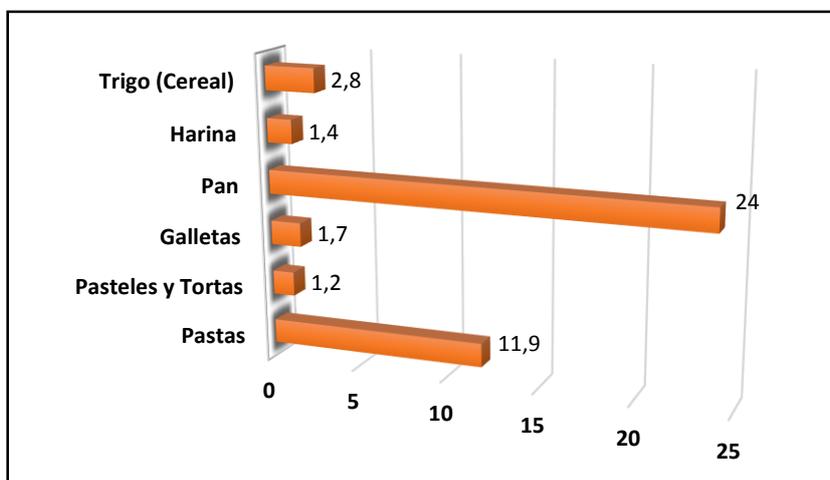


Figura 9. Consumo Percápita Nacional Trigo y sus Derivados (kg/persona).

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2013.

2.3.3 Estructura

El grano de trigo suele ser ovalado. Juárez, Bárcenas y Hernández (2014) mencionan que en su estructura se pueden diferenciar tres partes principales:

- El salvado, que se encuentra en la capa externa formada por el pericarpio y los tegumentos. El pericarpio derivado desde el ovario de la flor y rodeado por este la testa o abrigo de la semilla (Ver figura 10). Se dice que el pericarpio y la testa, junto con la capa de aleurona, conforman el salvado de trigo, estimándose que el conjunto del pericarpio comprende el 5 % del grano y que está formado aproximadamente por un 6 % de proteínas, 2 % de cenizas, 20 % de celulosa y 0,5 % de grasa (Martín y Díaz, 2015).



Figura 10. Espigas y granos de trigo (Fuente: Descifrado, 2017).

- El germen o embrión, estructura de pared fina que contiene a la nueva planta, sobresale en uno de los extremos del grano. En el otro lado generalmente se puede visualizar un mechón de pelos finos.
- El endospermo, quien constituye el alimento para el embrión, representa casi el 82 % del peso del grano, a su vez se encuentra rodeado por la capa de aleurona conformada por dos o tres capas de células (Ver figura 11). Contiene proteínas y carbohidratos, en su mayoría almidón, aunque también dextrosa, sacarosa y maltosa.

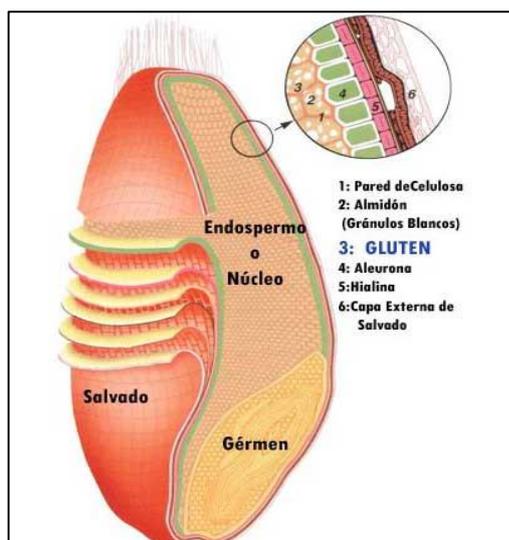


Figura 11. Estructura del grano de trigo (Fuente: Bruno, 2018).

“La parte del embrión abarca el 2,5 a 3,5 % del grano de trigo, es rico en vitaminas del complejo B y en hierro; contiene 25 % de proteínas, 18 % de azúcar, 5 % de cenizas y 8 % de grasa, la cual es el aceite de germen de trigo, una fuente natural importante de vitamina E” (Martín y Díaz, 2015, p. 6 - 7).

2.3.4 Composición química

EL grano maduro del trigo está formado por hidratos de carbono, (fibra cruda, almidón, maltosa, sucrosa, glucosa, melibiosa, pentosanos, galactosa, rafinosa), compuestos nitrogenados (principalmente proteínas: albúmina, globulina, prolamina, residuos y gluteínas), lípidos (ácidos grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitooleico, oleico, linoléico, linolénico), sustancias minerales (K, P, S, Cl) y agua junto con pequeñas cantidades de vitaminas (inositol, colina y del complejo B), enzimas (B-amilasa, celulosa, glucosidasas) y otras sustancias como pigmentos (Ver tabla 12). Estos nutrientes se encuentran distribuidos en las diversas áreas del grano de trigo, y algunos se concentran únicamente en regiones determinadas (Herrera, 2011).

Martín y Díaz (2015) “el 80 % – 85 % de las proteínas que se encuentran en todo el grano del trigo son proteínas de reserva (proteínas del gluten: gliadina y glutenina) y el 15 % – 20 % restante son proteínas con una función estructural (albúminas y globulinas). Las proteínas

de reserva tienen una composición en aminoácidos esenciales inferior a las de origen animal, siendo deficitarias en lisina” (p. 6 – 7).

Tabla 12
Composición nutricional del trigo

Nutriente/ 100 g	Trigo
Proteínas (g)	11,7
Hidratos de carbono (g)	70
Lípidos (g)	1,9
Potasio (mg)	410
Calcio (mg)	40
Magnesio (mg)	180
Fósforo (mg)	340
Vitamina E (mg)	0,4
Niacina(mg)	4,8
Biotina (mg)	0,006
Tiamina (mg)	0,8
Riboflavina (mg)	0,3
Piridoxina (mg)	0,5
Ácido fólico (mg)	0,05

Fuente: Martín y Díaz, 2015.

2.4 La Harina De Trigo

La harina de trigo es el producto resultante de la molienda del grano limpio de trigo con o sin la separación parcial de la cáscara. Qali Warma (2016), nos menciona la agregación de micronutrientes, cuyas cantidades están especificadas en el Decreto Supremo N° 012- 2006-SA “Reglamento de la Ley N° 28314 - Ley que dispone la fortificación de harinas con

micronutrientes” y a la vez señala que debe cumplir con las especificaciones técnicas de las normas vigentes.

En algunos países en vías de desarrollo, donde cada vez más la utilización del trigo va en aumento, los panaderos utilizan productos altamente refinados, debido a las cualidades para el horneado que imparte la harina de trigo blanca. Los comerciantes también prefieren el producto altamente refinado por la ventajas que este durante su almacenamiento: su contenido de grasa reduce las posibilidades de que se vuelva rancio, y su bajo contenido vitamínico hace que sea menos atractivo para los insectos y otras plagas (FAO, 2002).

Llerena (2010), hace alusión a las ventajas de usar la harina de trigo en la elaboración de masas panificables, muy diferente a otras harinas que proceden de otros cereales, como por ejemplo el maíz, cebada, arroz, avena, etc., los cuales contienen igual o mayor proporción de proteínas que el trigo, sin embargo las proteínas insolubles del grano de trigo tienen la capacidad de formar el gluten.

Respecto al contenido fibra, el trigo contiene baja cantidad comparado a la linaza, que contiene 28 % de fibra dietética (Morris, 2007), sin embargo es mayor que otros cereales, como el arroz, maíz y centeno (Ver figura 12).

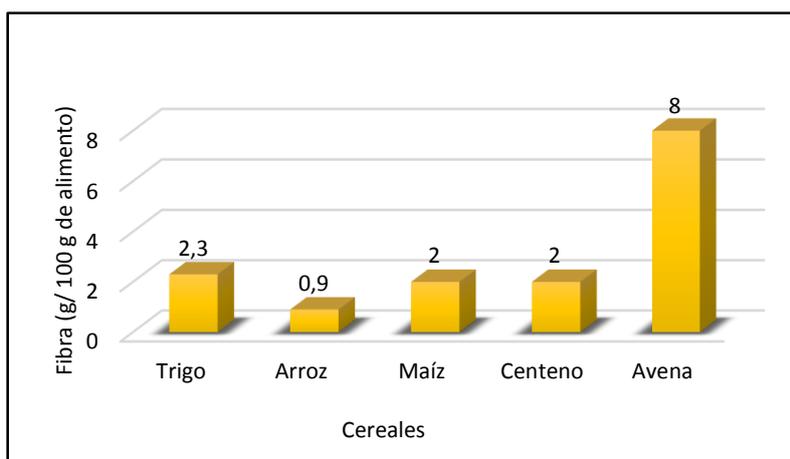


Figura 12. Contenido de Fibras de algunos cereales (Fuente: Martín y Díaz, 2015).

Elaboración Propia.

2.4.1 Efectos del procesamiento

Los cereales no se consumen como se cosechan, sino que necesitan pasar por un proceso de industrialización que ejerce una influencia decisiva sobre las propiedades nutritivas del producto resultante, esto se debe a la distribución irregular de los nutrientes esenciales contenidos en el grano así como entre distintas estructuras del mismo. Para obtener la harina de trigo, primero se inicia con la etapa de limpieza, seguido del descascarillado y molienda, con lo que obtiene un polvo fino, que corresponde a la mezcla del almidón y el gluten contenido en el endospermo. El valor nutricional de la harina de trigo ira en reducción conforme sea su grado de extracción, el 100 % de la extracción corresponde a una harina integral porque no se elimina ninguna parte del grano y el 70 % – 75 % a una harina blanca para la cual se elimina el salvado. En la molienda del trigo se trata de evitar en lo posible que ocurra contaminación de la harina con el salvado, por lo que este se mezcla posteriormente con la harina en las proporciones establecidas y da lugar a la harina integral (Martín y Díaz, 2015).

2.4.2 Clasificación de la harina de trigo

Reque (2007) en la tesis “Estudio de pre-factibilidad para la fabricación de harina de arroz y su utilización en panificación”, menciona que en el Perú los diferentes tipos de harinas que se utilizan se clasifican de la siguiente manera:

- Harina especial, la cual es utilizada para la elaboración de pan
- Harina extra, la cual es de menor calidad
- Harinas industriales, que son las que se usan para la elaboración de pastas, galletas y panetones, productos que son altamente demandados en la población.

El mismo autor también hace alusión que en Argentina las harinas se clasifican según la cantidad de ceros, que simplemente nos da el significado del tipo de calidad de la harina, por

ello mientras más ceros tenga; más refinada será la harina. Por ejemplo existen los siguientes tipos:

- Harina de tres ceros (000) o panadera, se utiliza siempre en la elaboración de panes, ya que su alto contenido de proteínas posibilita la formación de gluten y se consigue un buen leudado sin que las piezas pierdan su forma.
- Harina de cuatro ceros (0000) o pastelera, es más refinada y más blanca (Ver figura 13), al tener escasa formación de gluten no es un buen contenedor de gas y los panes pierden forma. Por ese motivo sólo se utiliza en panes de molde y en pastelería, en batido de tortas, hojaldres, etc.

La tasa de extracción de una harina se mide por la cantidad de kilos de harina que obtenemos moliendo 100 kilos de cereal.



Figura 13. Harina de trigo (Fuente: Depositphotos, 2015).

2.4.3 Composición química

Cuanto más alto es el grado de extracción de una harina, mayor cantidad de carbohidratos, proteína, grasa, cenizas, fibra, minerales y vitaminas tendrá la harina (Ver tabla 13), las harinas de un 80 % a 85 % de extracción son las que poseen un mayor valor nutricional, ya que conservan gran parte de las proteínas, hierro, vitamina B1 y niacina, sumado a ello presentan una buena panificación (Martín & Díaz, 2015).

Tabla 13
Contenido en nutrientes de la harina de trigo según su grado de extracción por 100 g de alimento

Contenido aproximado (%)	Porcentaje de extracción 70	Porcentaje de extracción 80	Porcentaje de extracción 100
Proteínas	12,9	13,7	13,8
Carbohidratos	70	68	63,7
Lípidos	1,17	1,72	2,52
Fibra	Trazas	0,13	2,17
Cenizas	0,41	0,76	1,55
Vitaminas y minerales (mg/100)	Porcentaje de extracción 70	Porcentaje de extracción 80	Porcentaje de extracción 100
Tiamina	0,07	0,29	0,37
Riboflavina	0,07	0,1	0,17
Niacina	0,85	1,35	5,56
Hierro	1,42	2,24	3,08
Potasio	83	148	316
Calcio	13	19	28
Magnesio	27	63	143
Fósforo	98	190	350
Sodio	2,1	2,9	3,4

Fuente: Martín y Díaz, 2015.

En las Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8va edición por Reyes, Gómez, Espinoza, Bravo & Ganoza (2009), nos mencionan la composición química de la harina de trigo, donde el contenido de proteínas es de 10,5 %; grasa total 2 %; carbohidratos totales 76,3 %; fibra dietaria 2,7 y cenizas 0,4 % (Ver tabla 14).

Tabla 14

Composición Química de la harina de trigo (En 100 g del alimento)

Nutrientes	Cantidad
Proteínas (g)	10,5
Grasa Total (g)	2,0
Carbohidratos totales (g)	76,3
Fibra cruda (g)	1,5
Fibra dietaria (g)	2,7
Cenizas (g)	0,4
Calcio (mg)	36
Fósforo (mg)	108
Zinc (mg)	0,70
Hierro (mg)	5,50
Tiamina (mg)	0,50
Riboflavina (mg)	0,40
Niacina (mg)	4,80
Vitamina C (mg)	1,80

Fuente: Reyes, *et al.*, 2009.***Hidratos de carbono***

Los hidratos de carbono totales constituyen la mayor parte de la harina y son los más importantes desde el punto de vista de su conservación. El almidón es el componente principal de la harina, es un polisacárido de glucosa, insoluble en agua fría, está constituido por dos tipos de cadenas o polisacáridos: la amilosa en una proporción de 20 % a 30 % y el resto es la amilopectina; la primera está constituida por moléculas lineales de glucosa que se encuentra enrollada en forma de hélice, formada por enlaces (1-4) y la amilopectina por moléculas

amorfas de cadenas largas y ramificadas de glucosa formada por enlaces (1-4) vinculados con los enlaces (Ver figura 14 y figura 15).

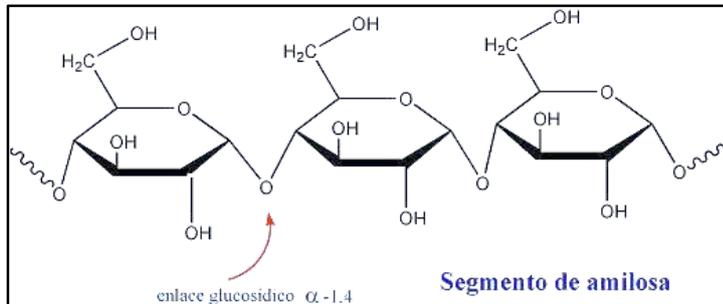


Figura 14. Estructura química de la amilosa (Fuente: Sánchez, 2008).

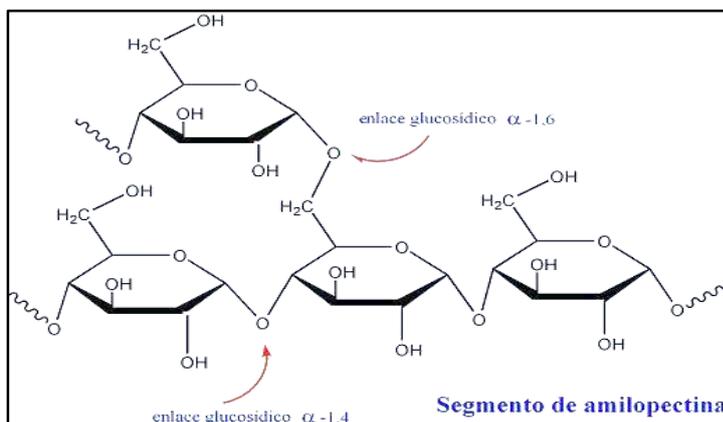


Figura 15. Estructura química de la amilopectina (Fuente: Sanchez, 2008).

Proteínas

Las proteínas que acompañan al almidón, tienen una buena tasa de digestibilidad; sin embargo, debido su bajo porcentaje del 8 % al 16 % y a la ausencia de los aminoácidos esenciales lisina, triptófano y Treonina, son consideradas de calidad proteica baja para las primeras etapas de vida del ser humano. La cantidad de proteínas varía mucho según las condiciones de la época de recolección y la tasa de extracción, el mayor porcentaje está ubicado en el germen y la capa de aleurona. Pueden dividirse en dos grupos: las proteínas del gluten o de almacenamiento y las proteínas que no forman gluten, englobando a la mayoría de las enzimas. El gluten es un complejo de proteínas insolubles en agua, que junto con el almidón y

los lípidos le confieren a la harina de trigo la capacidad de ser panificable (Ver figura 16 y figura 17). Está formado por:

- Glutenina, proteína encargada de las propiedades de fuerza o tenacidad de la masa
- Gliadina, proteína responsable de las propiedades de la elasticidad de la masa

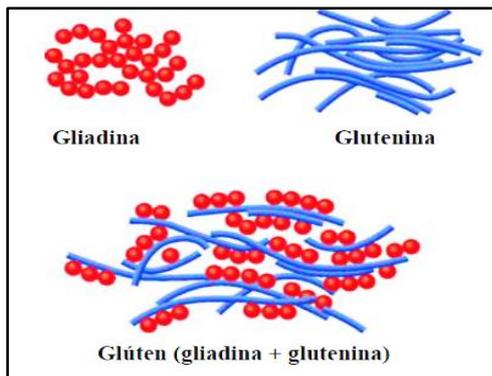


Figura 16. Formación de gluten (Fuente: Carvalho, 2015).

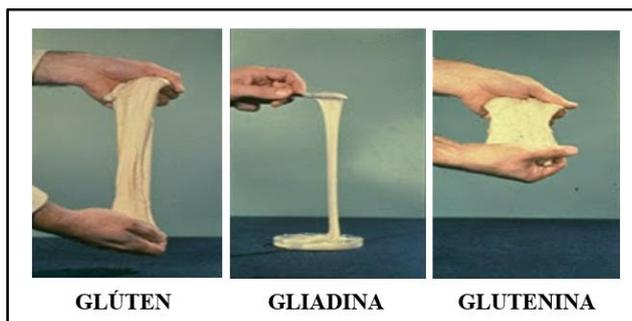


Figura 17. Viscoelasticidad y cohesividad de la masa panadera (Fuente: Carvalho, 2015).

Grasas

Entre los componentes de la harina de trigo, las grasas son las que tienen un menor índice de presencia, siendo de 2 % (Reyes, *et al.*, 2009), las grasas de la harina proceden de los residuos de las envolturas y de partículas del germen. El contenido de grasa va a depender del grado o tasa de extracción de la harina, mientras mayor sea su contenido en grasa, menor será su tiempo de conservación porque más fácilmente se enranciará.

Humedad

En el CODEX STAN 152-1985 (1995) NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO, se especifica 15,5 % m/m como contenido máximo de humedad, es decir que 100 kilos

de harina pueden contener como máximo 15,5 litros de agua; sin embargo la harina puede estar más seca, mientras que Marchese (2018) señala como máximo 15 % para un tipo de harina de cuatro ceros y tres ceros (Ver tabla 15).

Tabla 15
Humedad y cenizas según tipo de harina de trigo

Tipo de harina	Humedad	Cenizas
	g/100 g	g/100 g
	Máximo	Máximo
0000	15,0	0,492
000	15,0	0,65
00	14,7	0,678
0	14,7	0,873
½ 0	14,5	1,350

Fuente: Marchese, 2018.

En el informe técnico sobre la situación de la fortificación de la harina de trigo en el Perú durante los años 2009 al 2010 (2013), se especifican los requisitos para evaluar las características fisicoquímicas de la harina de trigo, datos que fueron recopilados de la NTP (INDECOPI) 205.027: 1986. HARINA DE TRIGO PARA CONSUMO DOMÉSTICO Y USO INDUSTRIAL, y los requisitos nutricionales que fueron considerados según el Reglamento de la Ley N° 28314 Ley que dispone de la fortificación de las harinas con micronutrientes, donde también se señala como máximo 15 % de humedad para la harina. (Ver tabla 16).

Tabla 16
Requisitos fisicoquímicos y nutricionales de la harina de trigo

Requisitos	Especial		Extra		Popular		Semi integral		Integral
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Máx
Humedad %	-	15,0	-	15,00	-	15,00	-	15,00	15,00
Cenizas %	-	0,64	0,65	1,0	1,01	1,40	1,41	-	-
Acidez %	-	0,10	-	0,15	-	0,16	-	0,18	0,22
Hierro (mg/kg)	55	-	55	-	55	-	55	-	-
Vitamina B ₂ (mg/ kg)	4	-	4	-	4	-	4	-	-

Fuente: Valdivia, Robles & Ramírez (2013).

Cenizas

De la Cruz (2009), nos dice que la mayoría de los países productores de harinas, determinan su clasificación según la materia mineral que contienen, donde se establece el contenido máximo de cenizas para cada tipo, las cenizas están formadas principalmente por calcio, magnesio, sodio, potasio y otros minerales, procedentes de la parte externa del grano, que se incorporan a la harina según su tasa de extracción. Marchese (2018) señala como máximo 0,492 % para un tipo de harina de cuatro ceros y 0,65 % harina tipo tres ceros (Ver tabla 15).

2.5 Aspectos Generales De Las Galletas

2.5.1 Definición de galletas

En la Norma Técnica Peruana 206.001 2016, se define a las galletas como productos obtenidos mediante el horneado apropiado 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.

Estos productos son muy bien aceptados por la población, tanto infantil como adulta, siendo consumidos preferente entre las comidas. Rodríguez (2014), señala que las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, las cuales son obtenidas por el cocimiento de masa preparada con harina, con o sin leudantes, leches, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores y otros ingredientes permitidos debidamente autorizados.

Al respecto; Díaz, Acevedo & García (2013) en el artículo científico “Evaluación fisicoquímica de galletas con inclusión de harina de bleo (*Amaranthus dubius Mart*)”, afirman:

Las galletas pueden contener pequeñas cantidades de otras harinas, salvado y almidones. En general, son productos muy populares, elaborados de trigos duros y blandos, se caracterizan por incluir en sus formulaciones contenidos elevados de azúcar y materia grasa con relativamente poca o nula cantidad de agua, en comparación con el pan; tienen variedad de sabores, larga vida útil y permiten la incorporación de altos contenidos de fibra (p. 8).

2.5.2 Clasificación

La Norma Técnica Peruana 206.001 2016, clasifica a las galletas como:

- Galleta salada o dulce, producto que tiene un sabor predominante salado o dulce.
- Galleta con o sin cobertura, producto que podrá estar bañado parcial o totalmente por diferentes tipos de coberturas.
- Galleta con o sin relleno, producto que contiene en su interior uno o más rellenos.

La norma menciona que la clasificación es referencial, porque podrá haber combinación de estas.

2.5.3 Requisitos físicoquímicos y microbiológicos

Requisitos físicoquímicos:

En Norma Técnica Peruana NTP 206.001 2016 PANADERÍA, PASTELERÍA Y GALLETTERÍA. Galletas. Requisitos. 2° Edición, se señala como requisito 12 % como límite máximo de humedad, mientras que el MINSA en la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. R.M. N° 1020. 2010, detalla los siguientes requisitos:

Tabla 17
Crterios físicos químicos para galletas

Parámetros	Límites máximos permisibles
Humedad	12 %
Cenizas totales	3 %
Índice de peróxido	5 mg/ kg
Acidez (expresada en ácidos láctico)	0,10 %

Fuente: MINSA, 2010.

Requisitos microbiológicos

El Ministerio de Salud (2010), afirma que los requisitos microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir las harinas y similares, así como los productos de panificación, galletería y pastelería, son los detallados en la tabla 18 y tabla 19, sin embargo la autoridad sanitaria podría exigir requisitos adicionales debidamente sustentados para la protección de la salud del consumidor, con fines epidemiológicos, de rastreabilidad, de prevención y ante la presencia de emergencias o alertas sanitarias.

Harinas, sémolas, féculas y almidones:

Tabla 18
Criterios microbiológicos para harinas

Harinas y sémolas						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁵
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	7	3	5	2	10 ³	10 ⁴
(*)						
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/ 25 g	---

(*) Sólo para harinas de arroz y / o maíz.

Fuente: MINSA, 2010.

Productos de panificación, galletería y pastelería:

Tabla 19
Criterios microbiológicos para galletas

Productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y / o cobertura (pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panetón, queques, obleas, pre – pizzas, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i> (**)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia /25 g	----
<i>Bacillus cereus</i> (***)	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴

(*) Para productos con relleno.

(**) Adicionalmente para productos con rellenos de carne y / o vegetales.

(***) Para aquellos elaborados con harina de arroz y / o maíz.

Fuente: MINSA, 2010.

2.5.4 Descripción de ingredientes en la elaboración de galletas

Margarinas

Obtenidas por hidrogenación a partir de aceites vegetales. La hidrogenación es un proceso que se aplica a los aceites vegetales insaturados y marinos con el fin de modificar

sus características físicas y sensoriales y así hacerlos más apropiados para su uso industrial como sustitutos de los ácidos grasos saturados. La mayoría de los aceites vegetales pueden ser utilizados para obtener margarinas, sin embargo la principal inconveniente es que durante la hidrogenación se forman los famosos “ácidos grasos trans” (Carbajal, 2013).

Mantecas vegetales

Estos productos son utilizados ampliamente en la panificación, están enfocados, en general, para el uso industrial. No contienen agua y su formulación es a base de grasas hidrogenadas que pueden o no estar interesterificadas, con las cuales se diseñan sus propiedades funcionales y sus valores N., al no ser una emulsión los emulsificantes añadidos no actúan directamente en la manteca sino que su efecto se nota al momento de su uso en la panificación, en el freído, etc. la unidad A se utiliza para la cristalización y es ahí donde se le incorpora nitrógeno o aire para que tenga una apariencia blanca (Badui, 2006).

Aceite de girasol

El aceite de girasol es rico en ácidos grasos poliinsaturados, por tanto se convierte en un producto muy vulnerable a la oxidación, además de ello es uno de los alimentos más ricos en vitamina E, contiene 49 mg /100 g de alimento (Carbajal, 2013).

Leche desnatada y leche en polvo descremada (LPD)

Los diferentes tipos de leche se clasifican en función de su procedencia y del tratamiento o sistema de higienización al que fue sometida, según el Código Alimentario Español se denomina "leche" únicamente a la que procede de la vaca, el resto deben ser identificadas según su procedencia, por ejemplo se tiene: “leche de cabra”, “leche de oveja”, entre otras. La leche por ser un producto altamente perecible debe ser sometida a diferentes procesos de conservación (Carbajal, 2013). La FAO (2002) menciona que la leche desnatada es aquella a la cual se le ha retirado la grasa, generalmente para preparar mantequilla, en su forma seca

se le conoce como leche en polvo descremada y contiene casi toda la proteína de la leche, así como carbohidratos, calcio y vitaminas B.

Azúcar

Es un alimento altamente energético debido a su contenido en glúcidos simples “sacarosa”, aporta 400 kcal / 100 g., no contiene otros nutrientes por lo que se considera un alimento superfluo que sólo proporciona “calorías vacías”, se utiliza como edulcorante de diferentes productos como infusiones, bebidas refrescantes, caramelos y pastelería en general. Según Herrera (2011), es posible distinguir tres tipos de azúcares:

- Blanquilla, es el azúcar blanca, cristalina y de grano fino.
- Azúcar moreno, es de color oscuro y contiene pequeñas cantidades de vitaminas y minerales, su baja proporción hace que carezcan de interés nutricional.
- Azúcar glas, es una mezcla molida de azúcar blanquilla con almidón de arroz o de maíz y fosfato cálcico.

La miel y el azúcar moreno contienen pequeñas cantidades de minerales y algunas vitaminas del grupo B, pero teniendo en cuenta la cantidad en que se consumen, su aporte no tendría relevancia nutricional (Carbajal, 2013).

Polvo de hornear

Es conocido como leudante químico, posee un aspecto de polvo fino de color blanco, está compuesto de bicarbonato de sodio, fosfato mono cálcico, pirofosfato de sodio y almidón (Herrera, 2011), siendo muy popular y útil en la elaboración de diferentes productos de panificación.

Esencia de vainilla

Las esencias o extractos saborizantes, son soluciones en alcohol etílico provenientes de una planta aromática, o partes de una planta, con o sin su materia colorante. Son capaces de soportar altas temperaturas sin perder su sabor original (Llerena, 2010), la vainilla natural es una mezcla extremadamente complicada de varios cientos de compuestos diferentes, a diferencia de la sintética, que se deriva del fenol y de gran pureza, sin embargo, es difícil determinar la diferencia entre ambas. Aunque se encuentran muchos compuestos en el extracto de vainilla, el responsable predominante de su olor característico y sabor es la vainillina (Herrera, 2011), los saborizantes que se usan comercialmente deben ser utilizados en dosificaciones que varían del 0,5 % al 1 % en base al peso total de la harina (Llerena, 2010).

Sal

La sal en la industria galletera debe ser pura y de grano fino, preferentemente sal marina. Se debe evitar el uso de sal que deje en el paladar un sabor amargo, ya que posiblemente pueda ser por dosis elevadas de compuestos de magnesio. La sal marina es mucho más higroscópica y vuelve a los productos fabricados húmedos y blandos. La sal se añade a las mezclas siempre sin disolver y por este motivo debe ser muy fina. Una de las propiedades que tiene la sal es que permite conservar los géneros (Llerena, 2010).

2.5.5 Proceso de galletería

Meneses (1994), citado por Jiménez (2000) en la tesis “Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado”, menciona que existen tres métodos básicos empleados en la elaboración de galletas, siendo:

El cremado (Creaming Up)

Los ingredientes son mezclados con la grasa a fin de obtener una crema, prosiguiéndose con la adición de harina, pudiendo realizarse esta en dos o tres etapas. El de dos etapas

consiste en mezclar todos los ingredientes incluyendo el agua (a menudo como agente emulsificante) con excepción de la harina y el agente químico durante 4 a 10 minutos de acuerdo al tipo y velocidad del mezclador; posteriormente se añade el bicarbonato de sodio y harina continuando con el mezclado hasta adquirir una consistencia deseada. En el caso de tres etapas, se mezcla la grasa, azúcar, jarabe, líquido (leche o agua), cocoa, etc., hasta obtener una crema suave, agregándose el emulsificador y mayor cantidad de agua. Posteriormente se añade la sal, saborizante, colorante, el resto de agua mezclándose seguidamente con el propósito de mantener la crema y finalmente la harina, los agentes químicos y los otros ingredientes.

El Mezclado “Todo en Uno”

Todos los ingredientes son mezclados en una sola etapa incluyendo el agua; parte del agua se utiliza para disolver los agentes químicos, saborizantes, colorantes, prosiguiéndose con el mezclado hasta obtener una masa satisfactoria.

El amasado

Consta de dos etapas: primero, la grasa, azúcar, jarabes, harinas y ácidos son mezclados hasta obtener una crema corta. Luego se añade agua (y/o leche) conteniendo los agentes alcalinos, sal, etc., mezclándose hasta alcanzar una masa homogénea. En la primera etapa, la harina es cubierta con la crema para actuar como una barrera contra el agua, formando el gluten con la proteína.

2.6 Textura En Los Alimentos

Rodriguez (2014) en la tesis “Efecto de la sustitución de harina de trigo por una proporción de la mezcla harina de cáscara de papa: harina de papa (*Solanum tuberosum* pps) sobre el color, textura, fibra y aceptabilidad general en galletas dulces”, menciona que la textura es uno de los atributos primarios que junto con el aspecto, sabor y olor, conforman la calidad sensorial de los alimentos. Nos dice que cuando evaluamos este aspecto de la

calidad u otros, será el resultado de las sensaciones que los humanos experimentamos al ingerir el alimento, ya que el único camino en principio que se dispone es preguntárselo a sí mismo, ya que la calidad sensorial no es una propiedad intrínseca del alimento, sino el resultado de la interacción entre éste y nuestros sentidos. Como ha señalado Vivas (2009) “la textura se refiere al conjunto de propiedades físicas que vienen dadas por la estructura de los alimentos y puede ser medida con instrumentos y sensorialmente” (p.19). Por otra parte:

La textura de los alimentos se halla principalmente determinada por el contenido en agua y grasa, y por los tipos y proporciones relativas de algunas proteínas y carbohidratos estructurales como la celulosa, almidones y diversas pectinas (Ver tabla 20). Los cambios en la textura están producidos por la pérdida de agua o grasa, la formación o rotura de las emulsiones, la hidrólisis de los carbohidratos poliméricos y la coagulación o hidrólisis de las proteínas (Mejía, 2014, p. 3).

Perfil de textura sensorial:

Las características de textura son percibidas por la piel (táctil) y músculos (kinestéticos), y se consideran también las sensaciones auditivas y visuales, por ello su percepción es compleja, debido a que a diferencias de otros atributos sensoriales como el sabor o el color, no es percibida por un solo receptor y específico, por lo contrario algunas características geométricas de la textura son percibidas por diferentes receptores, iniciando la primera percepción en la boca durante la primera mordida y el resto de ellas cuando el alimento es deformado por los dientes, manipulado y movido por la lengua alrededor de la cavidad oral y el mezclado con la saliva y tragado. Durante este proceso intervienen varios tejidos, como la membrana periodontal, la piel y la articulación de la mandíbula, así como los receptores somestésicos y kinestésicos (Vivas, 2009).

Tabla 20
Clasificación de las características texturales de los alimentos

Características mecánicas		
Parámetros primarios	Parámetros secundarios	Terminología común
Dureza		Suave, firme, duro
Cohesividad	Fracturabilidad	Desmigable, fragmentable
	Masticabilidad	Tierno, chicloso, duro
	Gomosidad	Seco, pastoso, gomoso
Viscosidad		Fluido, espeso
Elasticidad		Plástico, elástico
Adhesividad		Pegajoso, latigudo
Características geométricas		
Tamaño de partícula y forma		Polvo, arenoso, granuloso
Forma y orientación de partículas		Fibroso, celular, cristalino, etc.
Otras características		
Parámetros primarios	Parámetros secundarios	Terminología común
Contenido de humedad		Seco, húmedo, acuoso
Contenido de grasa	Aceitocidad	Aceitoso
	Grasocidad	Grasoso

Fuente: Vivas, 2009.

2.7 Vida Útil De Los Alimentos

La vida útil de un alimento es el periodo de tiempo durante el cual el alimento conserva una calidad adecuada, tiempo en el cual el alimento conservará sus características físicas, químicas,

sensoriales y microbiológicas. Los factores que determinan la vida útil de un alimento son la formulación de producto (materia prima e insumos), procesamiento (parámetros de temperatura, tiempo, etc.), material de empaque, condiciones de almacenamiento (temperatura y % humedad relativa), transporte, etc. Posada (2011) afirma “es el tiempo que tiene un alimento antes de ser declarado no apto para su consumo humano. Es un concepto impreciso que solamente da una idea del tiempo que un alimento permanece útil para el consumo antes de tornarse desagradable o simplemente nocivo. La vida útil varía dentro de un amplio margen entre diferentes alimentos” (p.20).

2.7.1 Metodología

Los estudios de vida útil aportan datos sobre cuánto tiempo un producto puede conservar inalteradas sus propiedades y es capaz de mantener su calidad desde el momento en el que el consumidor abre el envase. El estudio de estabilidad de alimentos comprende una serie de análisis físicos, químicos, instrumentales y sensoriales, con los cuales se determina el tiempo de vida útil del alimento. En varias ocasiones se ha encontrado que aunque la calidad nutritiva y microbiológica se encuentra sin deterioro, las características sensoriales ya se han modificado. Existen tres metodologías generales de estimación de la vida útil:

- Determinación directa o pruebas en tiempo real (condiciones normales).
- Métodos acelerados (condiciones de abuso).
- Aplicación de ciertos principios de cinética de reacciones con respecto a una dependencia de temperatura.

Para la predicción de la vida útil por métodos acelerados es importante conocer bien el producto y sus reacciones de deterioro, a la vez realizar correlaciones con paneles sensoriales. Los métodos basados en cinética de reacciones son:

- Orden de reacción
- Ecuación de Arrhenius.

- Gráfica de vida útil/ Factor Q_{10}

Pruebas en condiciones aceleradas

La mayoría de métodos acelerados se basan en el incremento que los procesos de deterioro tienen a temperaturas de almacenaje mayores que las condiciones normales. Muchas reacciones químicas son motivos de deterioro, por ejemplo ranciamiento, entonces si se incrementa la temperatura de almacenamiento de alimentos, las velocidades de reacciones también se incrementan, con la cual se acelera el ensayo llegando a su límite crítico. Posada (2011) cita el siguiente ejemplo “para un tiempo (Porcentaje calidad 100 %) fijamos un límite crítico (40 %), la muestra se coloca a temperatura constante por un tiempo dado, se determina en función del tiempo como va cayendo la calidad del indicador para lo cual necesitamos una técnica de análisis. El tiempo que demora el indicador al llegar al límite crítico es lo que se conoce como tiempo de vida útil, pasado ese tiempo se le considera deterioro (p. 22).

2.7.2 Tiempo De Vida Útil En Galletería

Es el periodo de tiempo durante el cual las galletas se conservan aptas para el consumo, manteniendo estables las características sensoriales y fisicoquímicas. La evaluación sensorial es el factor determinante de la vida útil de muchos alimentos. Productos microbiológicamente estables, como las galletas, tendrán su vida útil definida por el cambio en sus propiedades sensoriales, pueden ser seguros desde el punto de vista microbiológico, pero ser rechazados por el deterioro de sus propiedades sensoriales. El hecho de trabajar a temperaturas superiores a la de uso permite que las reacciones de deterioro del alimento sean aceleradas, sin embargo, se deben tener cuidados especiales a la hora de efectuar estos ensayos ya que el alimento está siendo sometido a temperaturas de almacenamiento que en la realidad nunca va a alcanzar y de esta manera, pueden acelerarse reacciones que en condiciones normales tardarían años en suceder (Posada, 2011).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar De Ejecución

La presente Tesis se desarrolló en los ambientes de la Facultad de Oceanografía Pesquería Ciencias Alimentarias y Acuicultura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, así como en otras entidades privadas como el laboratorio de la empresa de alimentos Manufactura Jopisa S.A. y el laboratorio BALTIC CONTROL CMA S.A.

A. Universidad Nacional Federico Villarreal / FOPCAA

- Laboratorio De Tecnología De Alimentos
- Laboratorio De Química, Bioquímica y Control de Alimentos

B. Laboratorio de la empresa Manufactura Jopisa S.A.

C. Laboratorio BALTIC CONTROL CMA S.A

3.2 Materiales

3.2.1 Materia prima e insumos

Materia prima

- Semillas de linaza (variedad nacional, proveniente del departamento de Ayacucho, adquirida en el mercado mayorista de Santa Anita)
- Harina de trigo, marca Nicolini
- Harina de linaza (elaboración propia)
- Mucílago de linaza (elaboración propia)

Insumos

- Agua potable
- Maicena en polvo, marca DURYEA
- Azúcar blanca, marca Dulfina
- Sal de mesa, marca MISAL
- Aceite vegetal de girasol, marca Ideal Premiun

- Leche en polvo descremada, marca Insumos & Soluciones Para La Industria Alimentaria S.A.C
- Manteca vegetal, marca Tropical
- Polvo de hornear, marca ROYAL
- Esencia de vainilla, marca NEGRITA

3.2.2 Materiales y equipos

Materiales para el envasado

- Recipientes de polipropileno transparentes de 12 cm x 10 cm
- Lámina bilaminada impresa
- Bolsas transparentes de polietileno
- Selladora manual Hongzha

Materiales para el proceso

- Tamices de 2 mm, 1.4 mm, 710 μ y 600 μ
- Olla de acero
- Cuchara de acero
- Colador de plástico
- Jarras medidoras
- Malla de plástico
- Recipientes de acero inoxidable
- Latas de horno de 65 cm x 45 cm
- Envases de vidrio para envasado del mucílago capacidad de 200 g
- Manga galletera, marca Marcato
- Probeta de plástico de 1000 mL
- Probetas de vidrio de 50 mL
- Vaso de precipitado PIREX de 1000 mL, 600 mL

- Bikers de 100 mL
- Erlenmeyers de 200 mL
- Fiolas de 100 mL, 200 mL
- Pipetas volumétricas y graduadas
- Mortero
- Embudos de vidrio y de plástico
- Papel filtro
- Papel de manteca
- Papel de aluminio
- Pisceta con agua destilada
- Vasos de plástico
- Servilletas
- Platos tipo bandeja

Equipos del proceso

- Balanza analítica marca METTLER TOLEDO, capacidad máxima de 100 g y mínima de 10 mg \pm 0,1 mg
- Balanza electrónica marca HENKEL, capacidad de 2000 g/ 0,01 g
- Molino para granos secos, marca BOSCH capacidad de 250 g \pm 2
- Amasadora manual, marca Imaco
- Refrigeradora doméstica, marca Daewoo
- Cocina a gas doméstica, marca Solgas
- Estufa marca Memmert, con un rango de 30 °C a 220 °C
- Termómetro de laboratorio marca Boeco, con un rango de – 10 °C a 150 °C
- Cronómetro manual
- Desecador y Potenciómetro marca HANNA

3.3 Metodología Experimental

3.3.1 Descripción tecnológica del proceso para la obtención del mucílago de linaza

1. Recepción de semillas

Se realizó la recepción de las semillas de linaza de variedad nacional, proveniente del departamento de Ayacucho, adquirida en el mercado mayorista de Santa Anita.

2. Limpieza

Se realizó la limpieza de las semillas, para retirar las semillas dañadas, semillas de malas hierbas, trozos pequeños de pajas y otras materias extrañas.



Figura 18. Semillas de linaza, variedad nacional.

3. Pesado

Se pesó las semillas en una proporción de agua: semillas de 13:1, para obtener el mucílago de linaza.



Figura 19. Semillas de linaza para extraer el mucílago.

4. Lavado

Se realizó el lavado de las semillas con el fin de eliminar cualquier posible trozo pequeño de tierra.

5. Calentamiento

Se realizó el calentamiento de las semillas con agua, a una temperatura de 80 °C, 85 °C y 90 °C por 10 minutos, para permitir la extracción de fibra soluble de la semilla y conocer si existían diferencias con respecto a la estructura del mucílago y su pH. El procedimiento se fundamentó en lo descrito por Figuerola, *et al.* (2008), señalan que las condiciones óptimas para la extracción del mucílago de linaza son: agua entre 85 °C y 90 °C a pH 6,5 a 7,0 y con una relación agua: semilla de 13:1; y por Ostojich (2010), quien menciona que la cocción de la semilla por varios minutos, previo remojo o no, tiene por finalidad inactivar las enzimas responsables de la producción de HCN.



Figura 20. Proceso de la extracción del mucílago.

6. Filtrado

Posteriormente se filtró la extracción del mucílago de linaza utilizando una malla de tela, procurando ejercer una leve fricción entre las semillas para ayudar a despegar el mucílago que aún se encontraba adherido a la semilla.

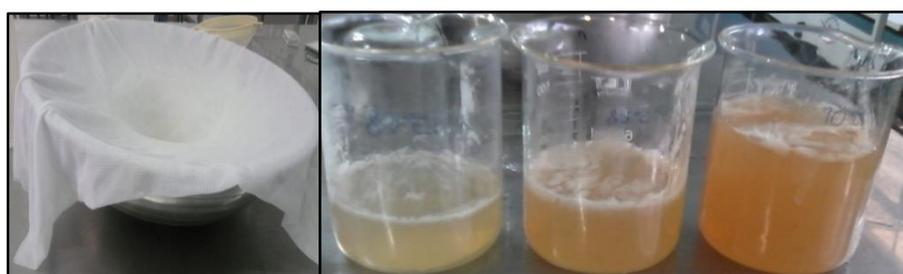


Figura 21. Filtrado del mucílago.

7. Enfriado

Se realizó el enfriado del mucílago, a temperatura de 50 °C por 20 minutos.

8. Envasado

Finalmente se realizó el envasado del mucílago en recipientes de vidrio de 200 g.



Figura 22. Envasado del mucílago.

9. Almacenado

Se almacenó a una temperatura de 4 °C a 5 °C, para que conserve sus características organolépticas y tenga mayor tiempo de vida útil.

3.3.2 Diagrama de flujo para la obtención del mucílago de linaza

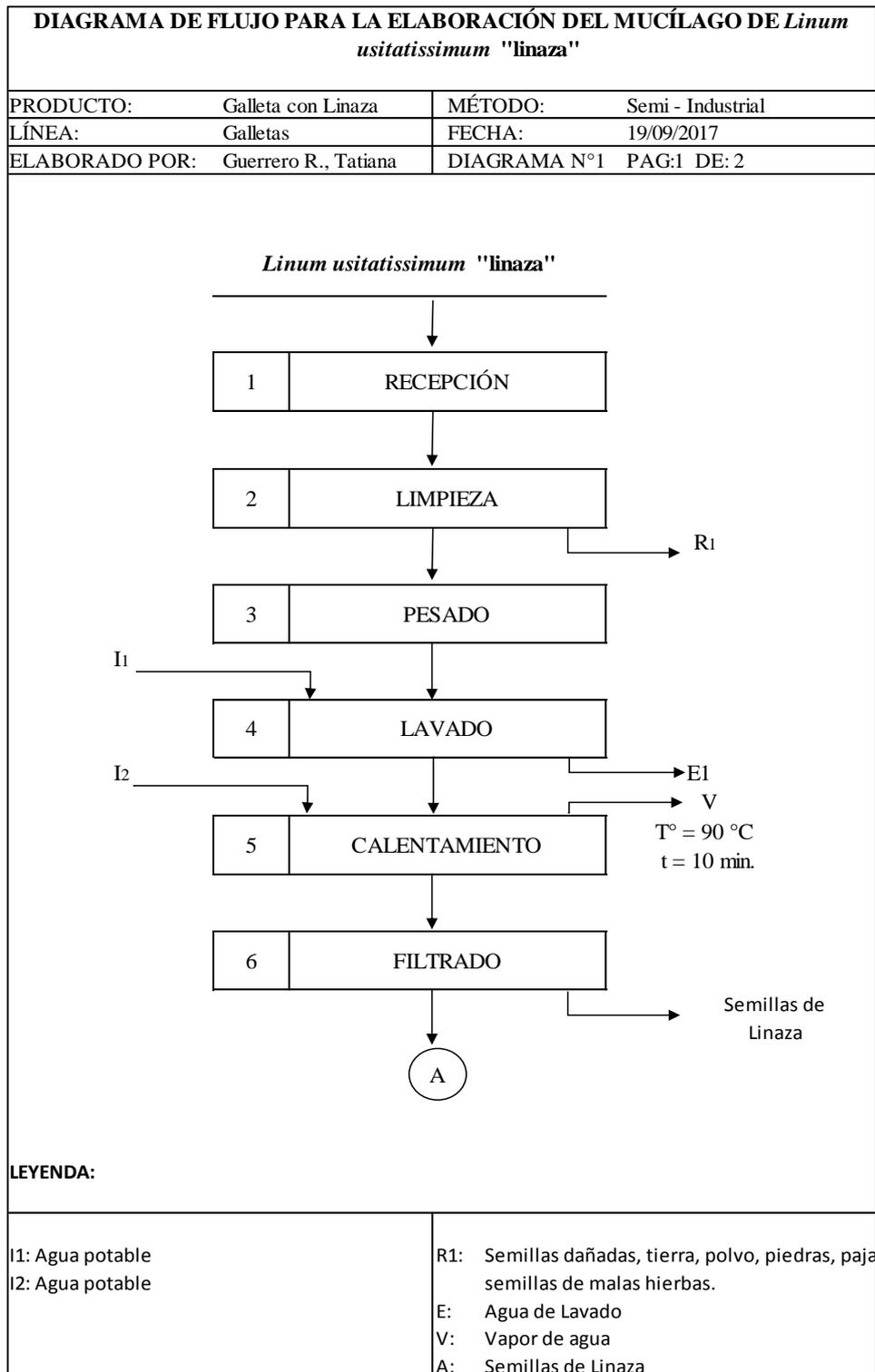


Figura 23. Diagrama de flujo para la elaboración de mucílago de *Linum usitatissimum* "linaza" (Parte 1).

Fuente: Elaboración propia.

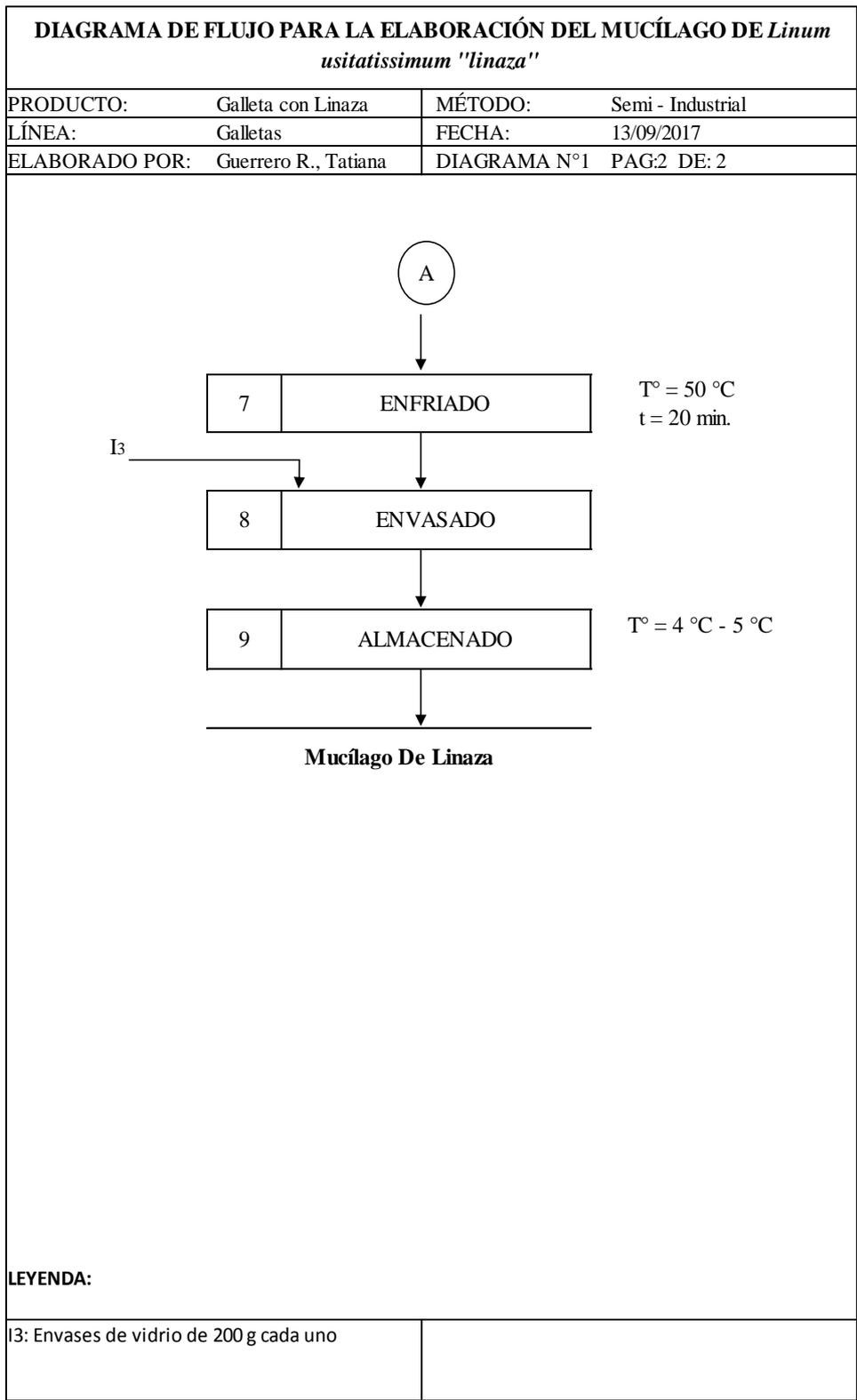


Figura 24. Diagrama de flujo para la elaboración de mucílago de *Linum usitatissimum* “linaza” (Parte 2).

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Descripción tecnológica del proceso para la obtención de la harina de linaza

1. Recepción de semillas

Se utilizó semillas de linaza de variedad nacional, proveniente del departamento de Ayacucho, adquirida en el mercado mayorista de Santa Anita.

2. Limpieza

Se procedió a una limpieza utilizando un colador, con el objetivo de eliminar semillas dañadas, malas hierbas; trozos pequeños de pajas; cualquier partícula o cuerpo extraño que contenía.

3. Pesado

Se pesó 250 g de semillas de linaza con la finalidad de poner la misma proporción de semillas en cada una de las bandejas del horno y así lograr que el tiempo de secado de las semillas sea igual para cada cantidad.



Figura 25. Semillas de linaza antes del secado en estufa.

4. Secado

Las semillas completamente limpias se sometieron a un proceso de secado en estufa, a una temperatura constante de 150 °C por 10 minutos, hasta adquirir un color dorado leve. El procedimiento se basó en lo descrito por Ostojich (2010), quien señala que para prolongar el tiempo de vida útil de las semillas de linaza y mejorar sus propiedades organolépticas se recomienda el tostado de la semilla a temperaturas superiores de 180 °C por varios minutos.

Donde se generan compuestos aromáticos que le confieren a la semilla sabor y olor similar al de nueces o almendras tostadas, además de una textura crocante más agradable al paladar.



Figura 26. Secado en estufa a 150 °C/ 10 minutos.

5. Molienda

La molienda de las semillas se realizó en un molino para granos secos marca BOSCH de 250 g de capacidad, por un intervalo de tiempo de 10 segundos. El procedimiento se fundamentó en lo descrito por Ostojich (2010), quien señala que posterior al tostado, la semilla puede consumirse entera o molida



Figura 27. Semillas de linaza después del secado en estufa.



Figura 28. Harina de linaza.

6. Tamizado

Seguidamente se realizó el tamizado del harina obtenida, se tamices de 2 mm, 1.4 mm, 710 u y 600 u.



Figura 29. Tamices con abertura de 2 mm, 1,4 mm, 710 u y 600 u.

7. Pesado

Se realizó el pesado de la harina de linaza para determinar su rendimiento.



Figura 30. Pesado del harina de linaza.

8. Envasado

El envasado fue manualmente en bolsas de polietileno para 250 g de harina. Se selló mediante la aplicación de calor con una selladora manual.



Figura 31. Envasado de la harina de linaza.

9. Almacenado

Finalmente el harina envasada fue almacenada en un refrigerador a temperatura de 4 °C a 5 °C para su conservación y posterior análisis, con el fin de evitar que se exponga a los rayos de la luz ya que la linaza al tener un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados alfa-linolénico, los cuales tienden a oxidarse con facilidad por efecto de la luz.

3.3.4 Diagrama de flujo para la obtención de la harina de linaza

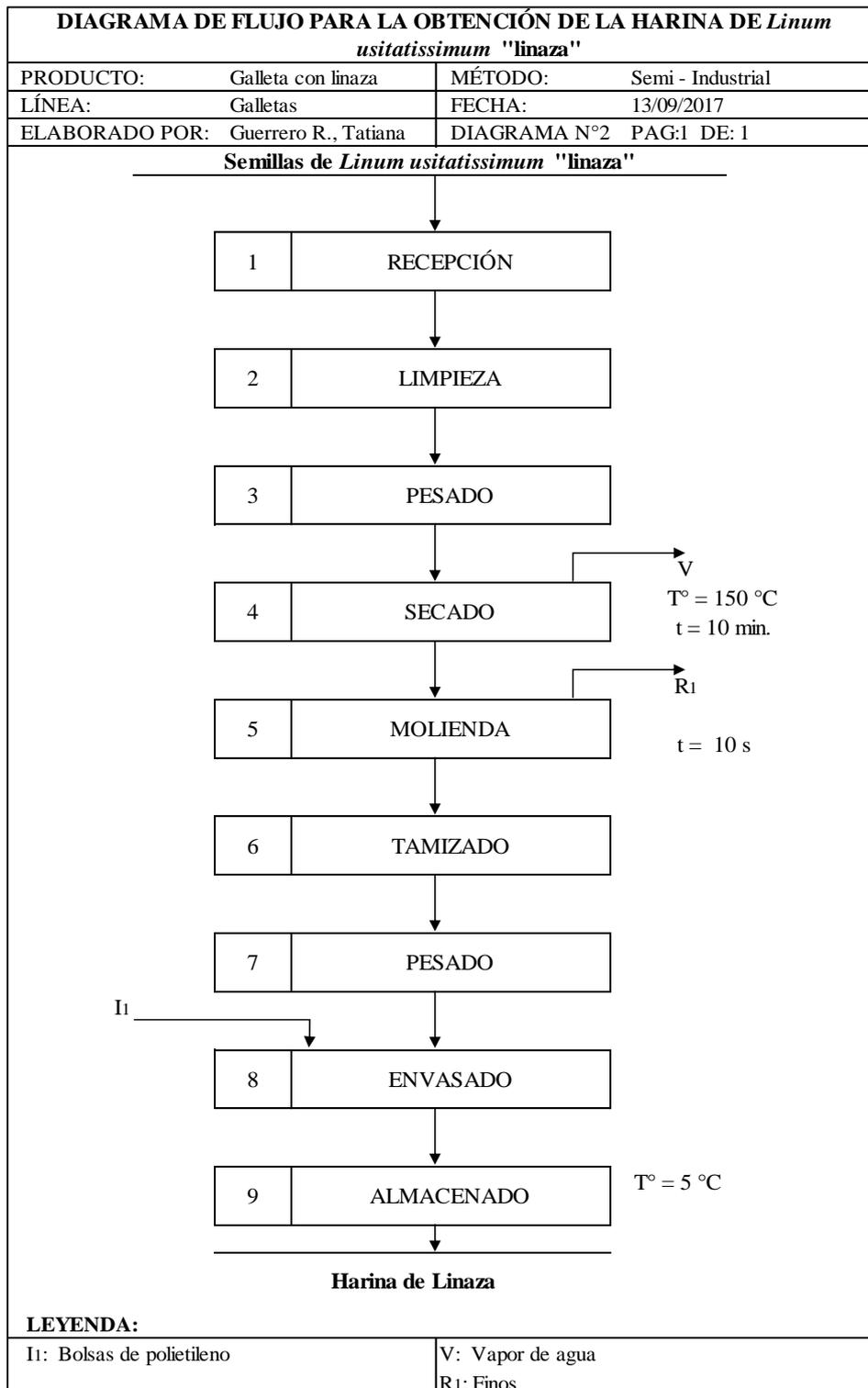


Figura 32. Diagrama de flujo para la obtención de la harina de *Linum usitatissimum* "linaza".

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5 Formulaciones de la galleta con linaza

Tabla 21
Esquema de Tipos de Formulaciones

Ingredientes	Formulaciones			
	T1	T2	T3	T4
	(0 % H.L.)	(10 % H.L.)	(20 % H.L.)	(30 % H.L.)
	Porcentajes (%)			
Harina de trigo	100	90	80	70
Harina de linaza	0	10	20	30
Mucílago de linaza	20	20	20	20
Azúcar	30	30	30	30
Maicena	10	10	10	10
Leche en polvo descremada	3,5	3,5	3,5	3,5
Polvo de hornear	3	3	3	3
Bicarbonato de Sodio	2,5	2,5	2,5	2,5
Aceite vegetal	3,5	3,5	3,5	3,5
Manteca vegetal	20	20	20	20
Sal	0,9	0,9	0,9	0,9
Esencia de vainilla	8,3	8,3	8,3	8,3

Fuente: Elaboración propia.

3.3.6 Descripción tecnológica del proceso para la obtención de galleta con linaza

Para la elaboración de galletas se usaron cuatro formulaciones finales, la primera fue T1, la cual contenía el 100 % harina de trigo y adición de mucílago al 20 % y las siguientes tres formulaciones con la sustitución parcial de harina de trigo por harina de linaza en 10 %, 20 % y 30 % y adición de mucílago al 20 %.

1. Recepción de materia prima e insumos

Se procede hacer un control de la materia prima e insumos, en el que se realiza una inspección visual verificando que sus características organolépticas cumplan con las condiciones necesarias de calidad.

2. Pesado

Se realizaron pruebas preliminares a pequeña escala con el fin de establecer los porcentajes óptimos de la harina de linaza y mucílago, que se utilizarían para obtener un producto de buena aceptación comercial, en cuanto color, olor, sabor, textura y apariencia general. Luego, se procedió a pesar exactamente las cantidades de cada uno de los ingredientes a emplearse en la formulación final.

3. Mezclado

Su principal efecto consiste en homogenizar los productos y conseguir la óptima distribución de los diversos ingredientes. Se realiza el mezclado y batido del aceite vegetal, mucílago y azúcar hasta lograr formar una crema de consistencia fluida, luego se incorporó las harinas de linaza y trigo, bicarbonato de sodio, polvo de hornear, maicena, leche en polvo descremada y sal; por un tiempo aproximado de 10 minutos.



Figura 33. Etapa del mezclado en la elaboración de galletas.

4. Amasado

Posteriormente teniendo la masa preparada, se amasó de forma manual por un tiempo de 10 minutos, con el fin de asegurar la integración uniforme de todos los ingredientes.



Figura 34. Etapa del amasado en la elaboración de galletas.

5. Reposo

Se dejó reposar la masa de cada formulación a temperatura ambiente por un tiempo de 10 minutos. Tiempo requerido para que la masa adquiriera la textura adecuada para no produzca problemas operacionales durante la etapa del moldeado. En esta etapa del proceso se evaluó la humedad inicial antes del horneado.

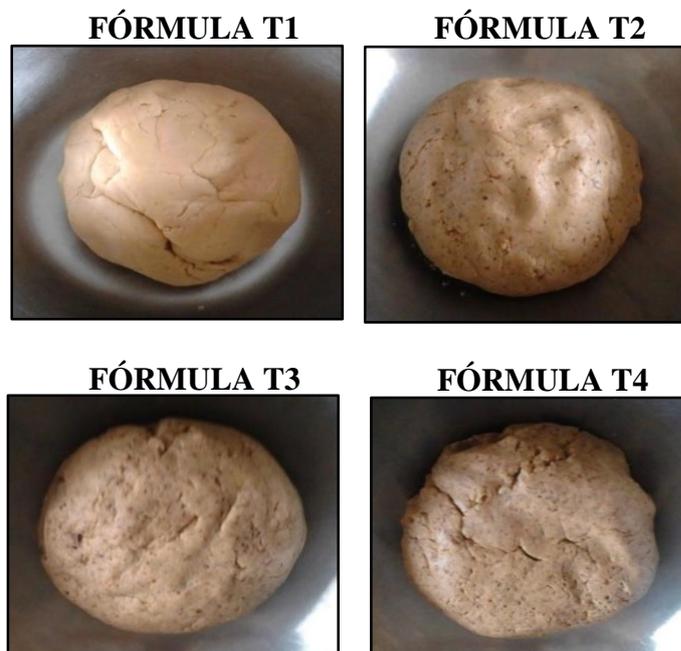


Figura 35. Etapa de reposo en la elaboración de galletas.

6. Moldeado

Se utilizó una manga galletera de marca “Marcato” y se colocó sobre las bandejas de acero inoxidable previamente forradas con una capa de papel manteca o papel de aluminio.



Figura 36. Manga galletera marca "Marcato" y sus moldes.



Figura 37. Etapa de moldeo en la elaboración de galletas para T1.



Figura 38. Etapa de moldeo en la elaboración de galletas para T2.



Figura 39. Etapa de moldeo en la elaboración de galletas para T3.



Figura 40. Etapa de moldeo en la elaboración de galletas T3 para determinar su tiempo de vida útil.



Figura 41. Etapa de moldeo en la elaboración de galletas para T4.

7. Horneado

Se realizó el horneado de las galletas a una temperatura constante de 170 °C. En esta etapa se determinó el tiempo de horneado óptimo para todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones en la galleta.



Figura 42. Estufa memmert.



Figura 43. Etapa de horneado en la elaboración de galletas.

8. Enfriado

Se realizó el enfriado de las galletas, a temperatura del medio ambiente por un tiempo de 10 minutos.



Figura 44. Galletas horneadas del T1.



Figura 45. Galletas horneadas del T2.



Figura 46. Galletas horneadas del T3.



Figura 47. Galletas horneadas del T4.

9. Selección

Se separó aquellas galletas que estaban quebradas y/o quemadas.

10. Envasado

Finalmente las galletas fueron empacadas manualmente en bolsas de polietileno y lámina bilaminada impresa con gramaje de 37 g/m², usando una selladora manual y se almacenó a temperatura ambiente para su conservación y posterior análisis.

Etapa 1



Etapa 2



Etapa 3



Etapa 4



Etapa 5



Etapa 6



Etapa 7



Etapa 8



Etapa 9



Etapa 10



Etapa 11



Etapa 12





Figura 48. Etapa de envasado en la elaboración de galletas T3 para evaluar sus características fisicoquímicas.



Figura 49. Galletas envasadas del T1, T2, T3 y T4.

11. Almacenado

Las galletas empacadas en empaque primario con bolsas de polietileno con 20 unidades y en lámina bilaminada con 6 unidades fueron almacenadas a temperatura ambiente de 22 °C para su posterior análisis.



Figura 50. Etapa de almacenamiento de galletas a temperatura de 22 °C.



Figura 51. Etapa de almacenamiento de galletas T3 para determinar sus características fisicoquímicas.

3.3.7 Diagrama de flujo para la elaboración de galleta con linaza

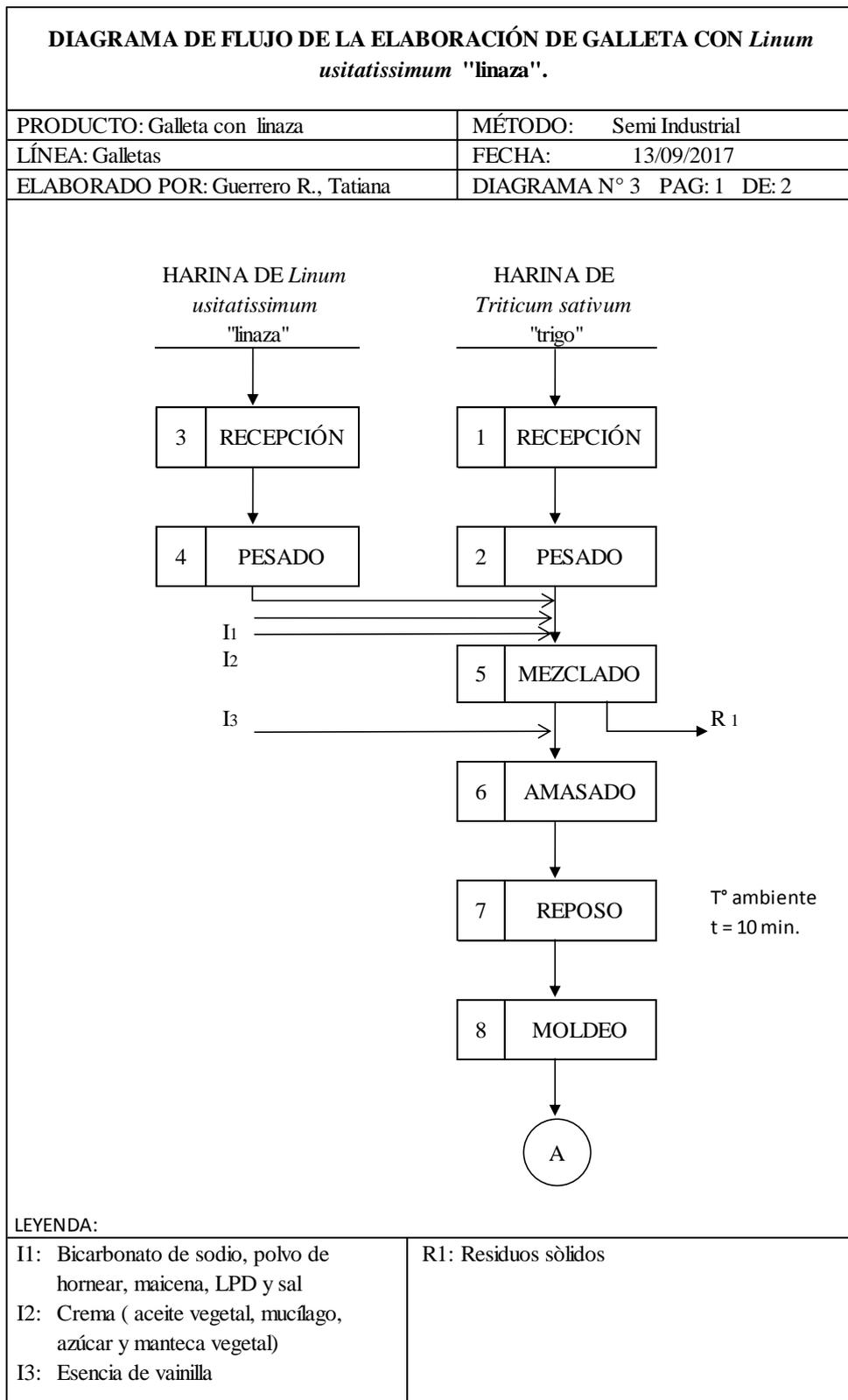


Figura 52.

Diagrama de flujo para la elaboración de galleta con *Linum usitatissimum* “linaza” (Parte 1).

Fuente: Elaboración propia.

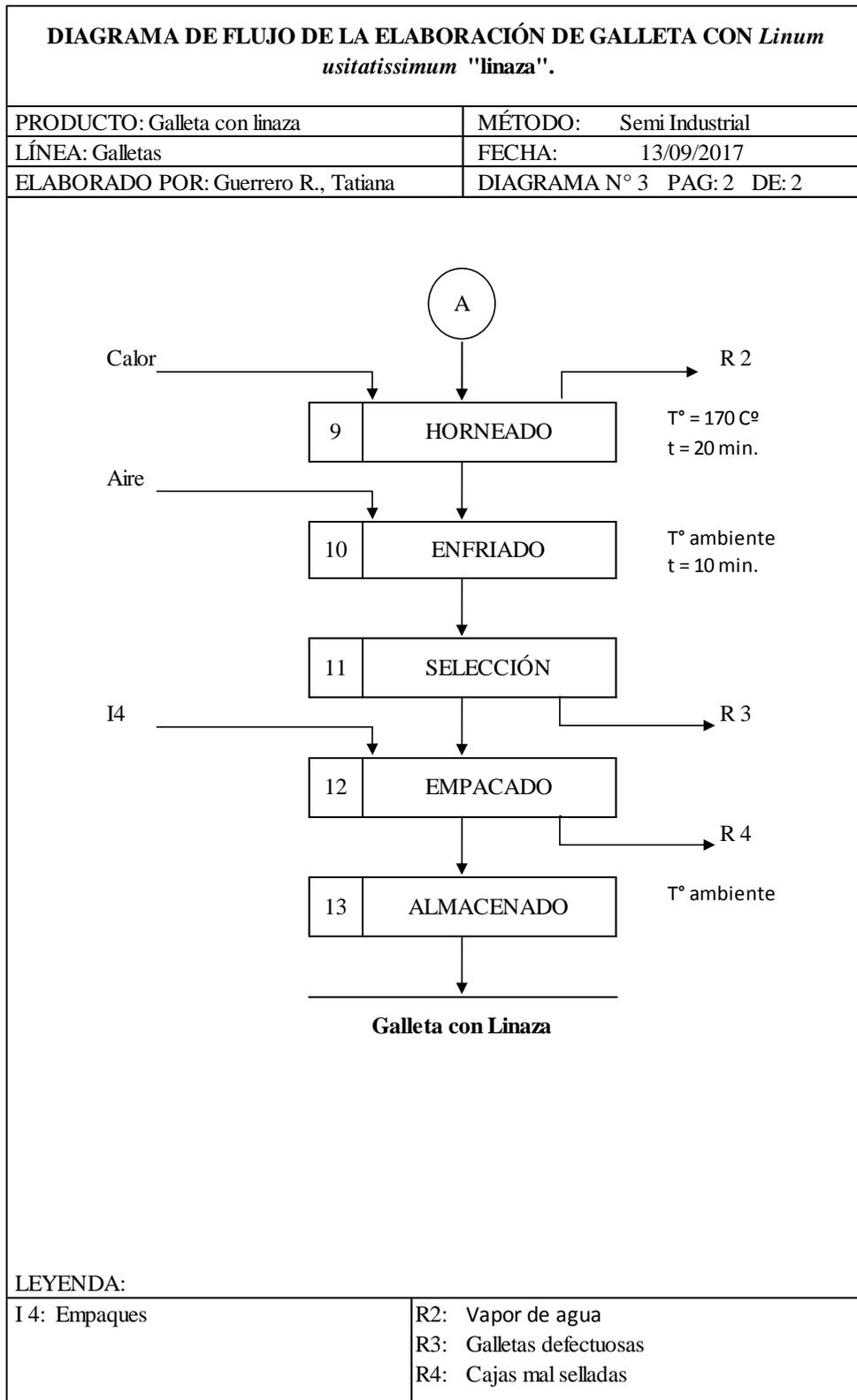


Figura 53. Diagrama de flujo para la elaboración de galleta con *Linum usitatissimum* “linaza” (Parte 2).

Fuente: Elaboración propia.

3.3.8 Diagrama de operaciones para la elaboración de galleta con linaza

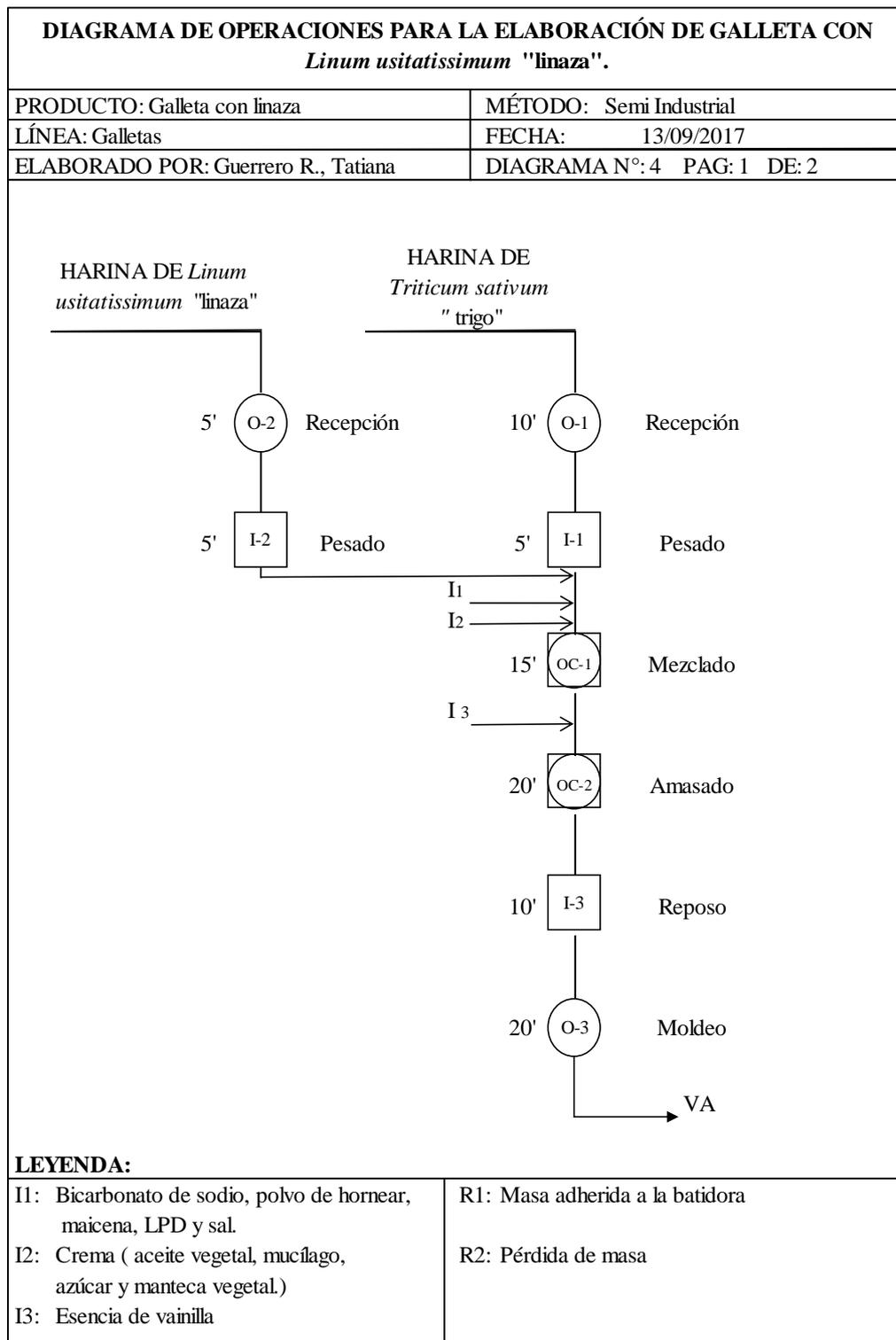


Figura 54. Diagrama de operaciones para la elaboración de galleta con *Linum usitatissimum* "linaza" (Parte 1).

Fuente: Elaboración propia.

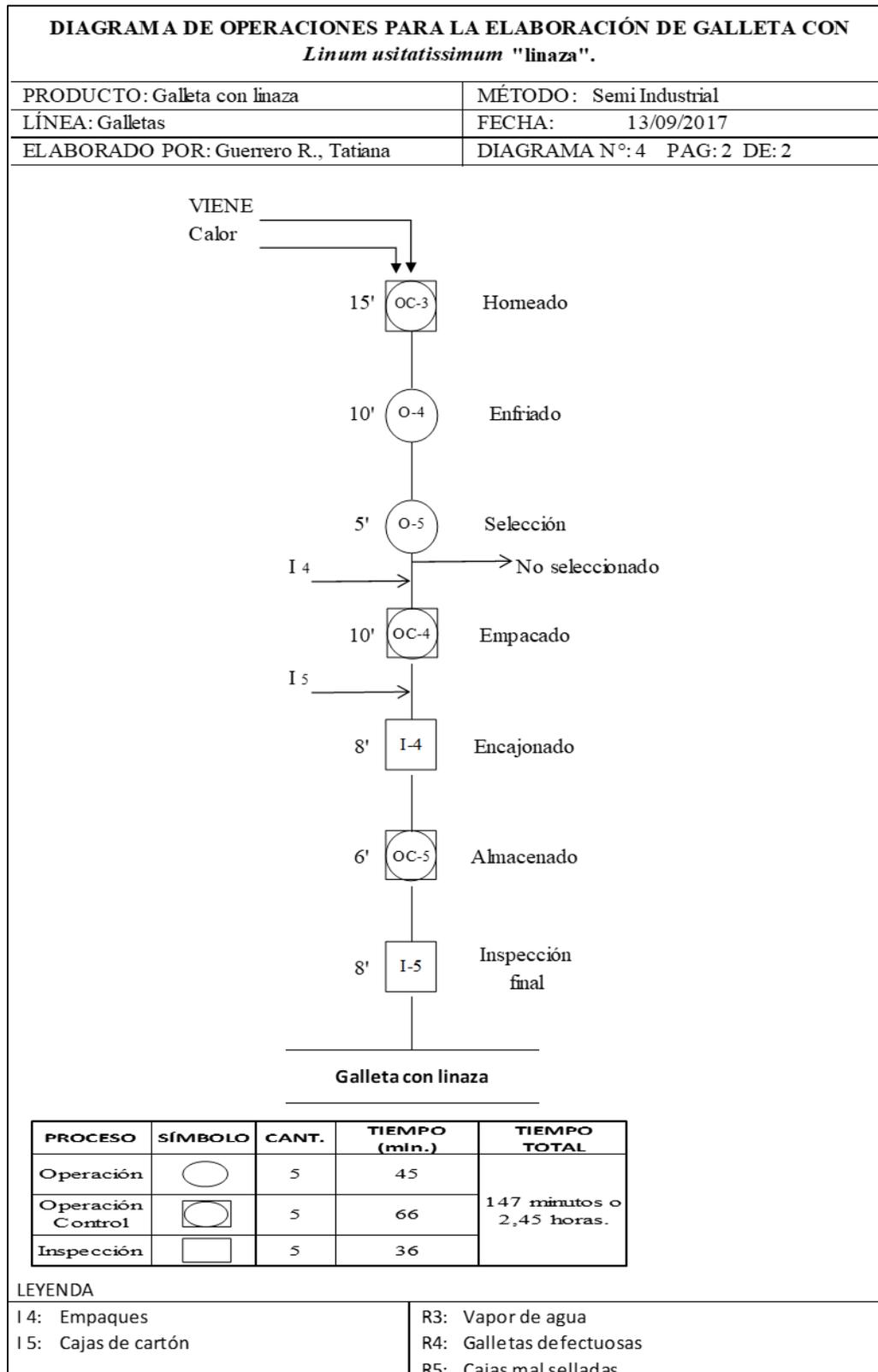


Figura 55. Diagrama de operaciones para la elaboración de galleta con *Linum usitatissimum* "linaza" (Parte 2).

Fuente: Elaboración propia.

3.3.9 Diagrama de layout para la elaboración de galleta con linaza

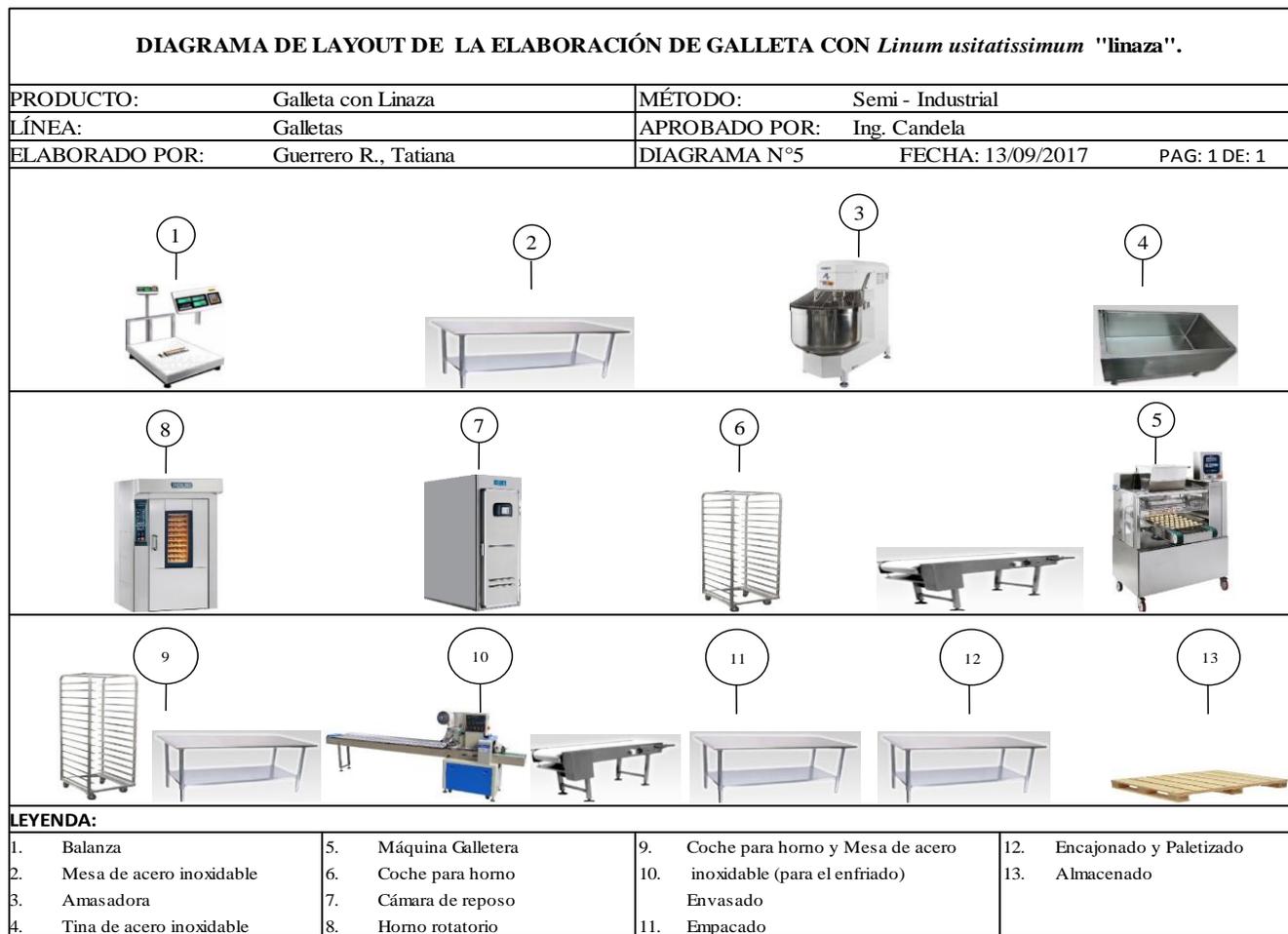


Figura 56. Diagrama de layout para la elaboración de galleta con *Linum usitatissimum* "linaza".

Fuente: Elaboración propia.

3.3.10 Diagrama de procesos para la elaboración de galleta con linaza

DIAGRAMA DE PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETA CON <i>Linum usitatissimum</i> "linaza".											
PRODUTO: Galleta con Linaza			MÉTODO: Semi Industrial								
LÍNEA: Galletas			FECHA: 13/09/2017								
ELABORADO POR: Guerrero R., Tatiana			DIAGRAMA N°: 6 PAG: 1 DE: 2								
N°	Actividad	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolos						Observación	
				▽	●	■	→	◻	◐		
1	Recepción (H. Trigo)		10		●						Verificación de la M. Prima
2	Transporte hacia la balanza	3	2								Carritos transportadores
3	Pesado	2	5								Balanza Plataforma de 50 kg
4	Demora		20								Demora por pesado
5	Recepción (H. Linaza)	2	5		●						En sacos de 25 kg
6	Transporte hacia la balanza	3	2								Carritos transportadores
7	Pesado	2	20		●						Balanza Plataforma de 50 kg
8	Mezclado		15								Permite una homogenización completa
9	Amasado		20								Control de tiempo y textura
10	Reposo		10								Extensibilidad de la masa
11	Transporte hacia la laminadora	2	5								De masa hacia laminadora
12	Moldeo		20								Controlar la separación de las galletas en las bandejas

Figura 57. Diagrama de procesos para la elaboración de galleta con *Linum usitatissimum* "linaza" (Parte 1).

Fuente: Elaboración propia.

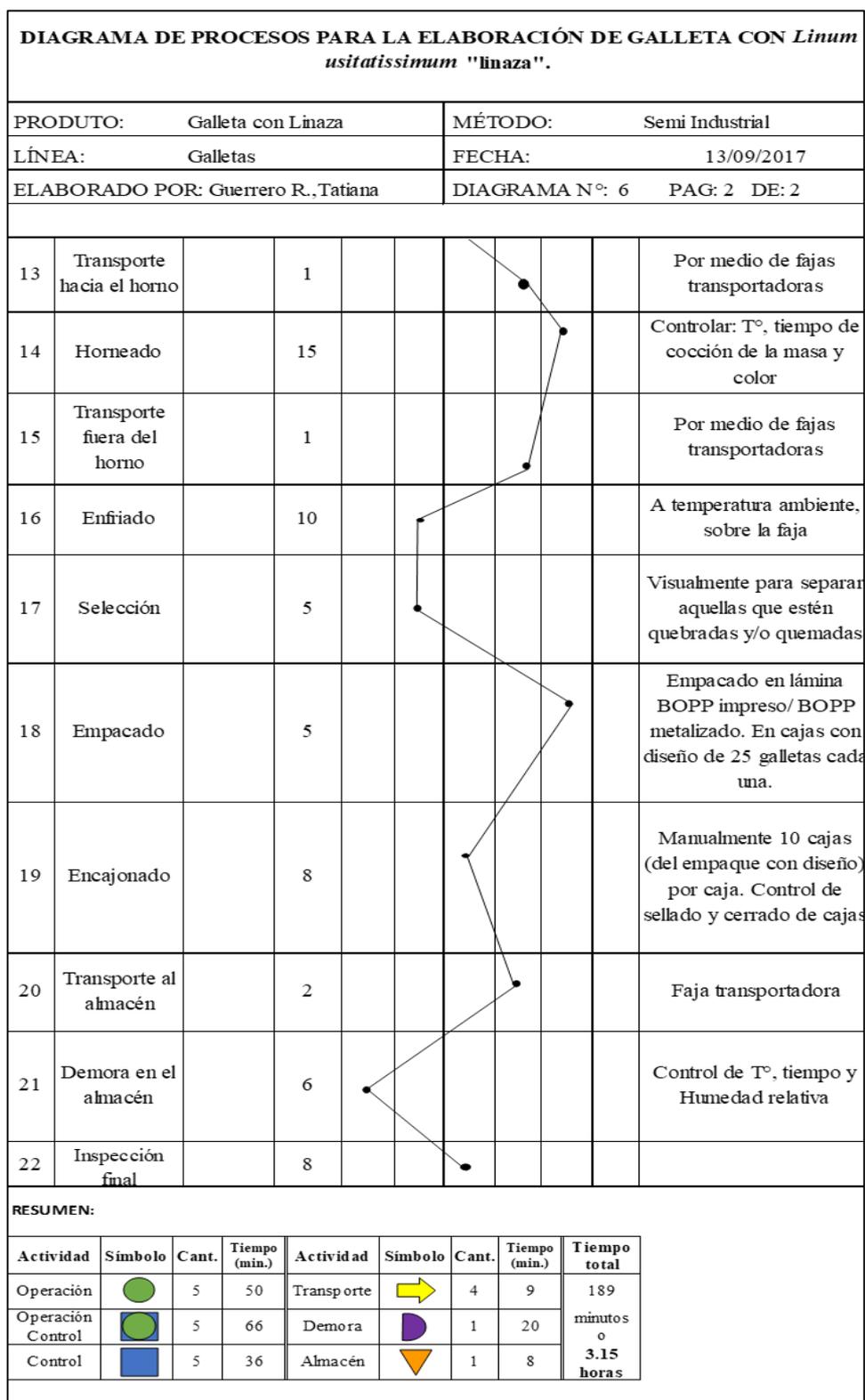


Figura 58. Diagrama de procesos para la elaboración de galleta con *Linum usitatissimum* "linaza" (Parte 2).

Fuente: Elaboración propia.

3.3.11 Diseño experimental

En la tabla 22, puede verse diseño experimental para el efecto del mucílago y harina de linaza en las propiedades sensoriales y tiempo de vida útil, es explicado de modo general a continuación:

- 1° Fase: Caracterización de la materia prima, inicialmente, la semilla de linaza es acondicionada como mucílago y harina, posteriormente se realizó el análisis fisicoquímico, finalmente el análisis químico proximal.
- 2° Fase: Pruebas preliminares, donde se escoge la formulación adecuada para la elaboración de la galleta con linaza, se realizó mediante la calidad sensorial: apariencia, el color, textura y sabor.
- 3° Fase: Produciéndose un total de cuatro tratamientos, se llevó a cabo una evaluación física y análisis sensorial. La evaluación física comprendió en el análisis de humedad y tiempo de horneado. En el análisis sensorial, la primera etapa contó con prueba de preferencia y de aceptación y la segunda etapa contó con prueba de preferencia de comparación de pares a nivel de consumidores. Los datos obtenidos en la prueba de preferencia general, se interpretaron con el análisis estadístico, aplicándose el análisis de la varianza con un nivel de significancia del 5 % y comparando promedios con la prueba de Tukey al mismo nivel de significancia y los para los datos obtenidos en la prueba de aceptación, se aplicó la prueba de Friedman aplicada a un diseño de bloque completo balanceado. Para la segunda etapa se aplicó el análisis de la varianza con un nivel de significancia del 5 % y prueba de comparación t student.
- 4° Fase: Caracterización de la mejor formulación de galleta con linaza, se evaluó las características de su composición proximal, fisicoquímicas, microbiológicas y tiempo de vida útil.

Tabla 22
Diseño experimental del estudio

Caracterización de la materia prima.	Mezclado	Formulación	Análisis físico y estadístico	Análisis sensorial y estadístico	Caracterización de la mejor formulación de galleta con linaza
Harinas:	F1				
Trigo (HT) + linaza (HL)	F2				
Mucílago (U): 20 %	F3				
	F4				
Harina de trigo	F1 (0 % HL y 20 % U)	Harina de trigo y linaza (100 %)	Tiempo de horneado y humedad, análisis de la varianza a un nivel de significancia del 5 % y comparación de promedios con la prueba de tukey	Primera etapa: prueba de preferencia y de aceptación. análisis de la varianza a un nivel de significancia del 5 %, comparación de promedios con la prueba de tukey y la	Composición proximal
- Análisis fisicoquímico: Humedad, Acidez y pH.	F2 (10 % HL y 20 % U)	Mucílago (20 %)			- Proteínas
- Análisis microbiológico	F3(20 % HL y 20 % U)	Azúcar (30 %)			- Grasa
Semilla de linaza	F4(30 % HL y 20 % U)	Maicena (10 %)			- Cenizas
- Análisis físico: Humedad.		LPD (3,5 %)			- Carbohidratos
- Análisis Microbiológico		Polvo de hornear (3 %)			- Fibra dietaria
Harina de linaza					- Índice de peróxidos

<ul style="list-style-type: none"> - Análisis fisicoquímico: Humedad, Acidez y pH. 	<p>Bicarbonato (2,5 %)</p>	<p>prueba de Friedman Segunda etapa:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de Ácidos grasos
<ul style="list-style-type: none"> - Composición proximal. 	<p>Aceite (3,5 %)</p>	<p>prueba de preferencia</p>	<p>Saturados,</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Análisis microbiológico 	<p>Manteca (20 %)</p>	<p>de comparación de</p>	<p>Monoinsaturados</p>
<p>Mucilago de linaza:</p>	<p>Sal (0,9 %)</p>	<p>pares. Análisis de la</p>	<p>y Poliinsaturados:</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Análisis físico: Temperatura óptima de extracción y pH. 	<p>Esencia de vainilla (8,3 %)</p>	<p>varianza a un nivel de significancia del 5 %</p>	<p>alfa linolénico y linoleico.</p>
<p>Masa galletera</p>		<p>y la prueba de</p>	<p>Tiempo de vida útil.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Análisis físico y estadístico. 		<p>comparación t student.</p>	<p>Análisis</p>
			<p>fisicoquímico.</p>
			<p>Análisis</p>
			<p>microbiológico.</p>

3.3.12 Métodos de control

3.3.12.1 *En la harina de trigo*

Análisis Físico Químicos

Se realizó el análisis de humedad, pH y % Acidez de la harina de trigo pastelera “Nicolini”, adquirida en la tienda comercial DON VEGA S.A. ubicado en la Av. Belaunde en el distrito de Comas. Los análisis fisicoquímicos realizados fueron:

1. Humedad: NTP 205.037:1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación del contenido de humedad.
2. Acidez: NTP 205.039:1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación de la acidez titulable.



Figura 59. Acondicionamiento de la harina de trigo para determinar la acidez.

3. pH: NTP 206.014:1981 (Revisada el 2011). Galletas. Determinación del pH.

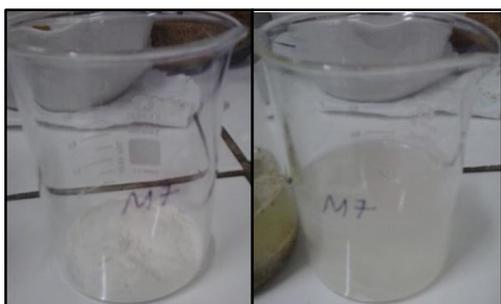


Figura 60. Acondicionamiento de la harina de trigo para determinar el pH.

Análisis microbiológico

Según la norma sanitaria NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los “Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano”:

1. Recuento de Mohos (UFC/g)
2. Numeración de E. Coli (UFC/g)
3. Detección de Salmonella sp (en 25 g)

3.3.12.2 *En las semillas de linaza*

Análisis físico (% humedad)

Se determinó el porcentaje de humedad en las semillas de linaza por el método de ensayo establecido en la NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016). Cereales y menestras. Determinación del contenido de humedad, para establecer la pérdida de humedad de la semilla antes del proceso de secado.

Análisis microbiológico

Según la norma sanitaria NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los “Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano”:

1. Recuento de Mohos (UFC/g)
2. Recuento de Levaduras (UFC/g)
3. Numeración de E. Coli (UFC/g)

3.3.12.3 *En la harina de linaza*

Análisis Físico Químicos

1. Humedad: Según lo establecido por la NTP 205.037:1975. Harinas. Determinación del contenido de humedad. Se analizó el % Humedad de la harina de linaza (FP. 13/11/15 y FP.13/09/16) que fueron elaboradas a partir del mismo lote de semillas de linaza

(13/11/15) en el mismo día de su producción (DÍA 0), y posteriormente las muestras de 250 g fueron almacenadas a temperatura de 4 °C a 5 °C para su conservación y posterior análisis. También se realizó el análisis del % de humedad de una muestra de harina de linaza comercial, de marca NATURANDES; con la finalidad de comparar resultados.



Figura 61. Harinas de linaza

- Acidez: NTP 205.039:2016. Harinas. Determinación de la acidez titulable.

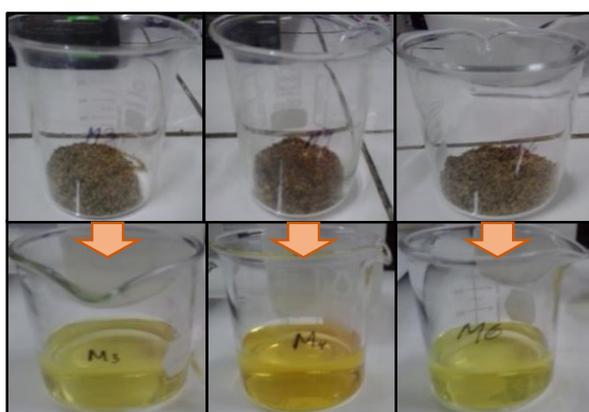


Figura 62. Acondicionamiento de las harinas de linaza para determinar la acidez.

- pH: NTP 206.014:2011. Galletas. Determinación del pH.

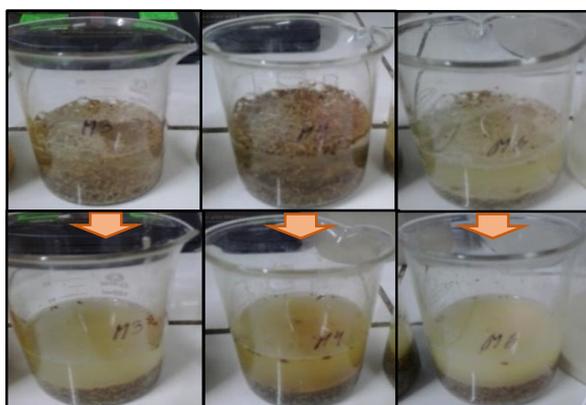


Figura 63. Acondicionamiento de las harinas de linaza para determinar el pH.

Composición Químico Proximal

Se realizó el análisis de la composición químico proximal para la harina de linaza:

- Determinación de Carbohidratos por el método Cálculo.
- Determinación de Cenizas por el método de referencia de la NTP 209.265.2001.
- Determinación de Fibra dietaria por el método AOAC.985.19 19th Ed. 2012.
- Determinación de Grasa por el método de referencia de la NTP 205.041.
- Determinación de humedad por el método de referencia de la NTP 205.037:1975 (Rev 2011).
- Determinación de proteína por el método AOAC.935.39 Baked Products – First Action 1935 – Final Action.

Análisis Microbiológico

Según la norma sanitaria NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los “Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano”:

- Recuento de Mohos (UFC/g)
- Recuento de Levaduras (UFC/g)
- Detección de Salmonella sp (en 25 g)

3.3.12.4 En el mucílago de linaza

Determinación de la temperatura óptima de extracción

La extracción de la fibra soluble de la semilla se realizaron a temperaturas de 80 °C, 85 °C y 90 °C por 10 minutos, a fin de saber cuál era la mejor temperatura de extracción, la cual fue evaluada en función a la mejor estructura del mucílago que debía ser firme, muy denso y gelatinoso; y comparar los resultados por lo expuesto por Figuerola, et al (2008), quienes mencionan que las condiciones óptimas para la extracción del mucílago de linaza son en agua entre 85 °C y 90 °C.

Tabla 23

Modelo de tabla para describir la estructura del mucílago.

Mucílago de linaza	Temperatura de extracción (°C)	Estructura del mucílago
A	80	
B	85	
C	90	

Determinación del pH

Luego del enfriado del mucílago hasta temperatura de 30 °C a 40 °C, se midió el pH a fin de conocer su pH en función a la temperatura de extracción del mucílago y comparar los resultados con lo expuesto por Figuerola, et al (2008), quienes mencionan que las condiciones óptimas para la extracción del mucílago de linaza son en agua entre 85 °C y 90 °C a pH 6,5 a 7,0 respectivamente.

Tabla 24

Modelo de tabla para la determinación del pH del mucílago.

Mucílago de linaza	Temperatura de extracción(°C)	pH
A	80	
B	85	
C	90	

3.3.12.5 En la masa galletera

Análisis de humedad por el método AOAC 1990

Se determinó la humedad en la masa después de 20 minutos de reposo, utilizando el método por calentamiento de la muestra hasta peso constante, se realizó a todas las

fórmulas con sus respectivas repeticiones, para así poder establecer la pérdida de humedad antes del horneado.

3.3.12.6 *En las galletas formuladas*

Análisis físico y estadístico

1. Tiempo de horneo: Se determinó el tiempo óptimo de horneo de todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones en la galleta, a una temperatura constante de 170 °C.
2. Humedad: Según el método de ensayo establecido por la NTP 206.011:1981 (Revisada al 2011). Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Determinación de humedad.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron evaluados por la prueba de comparación múltiple de Tukey, prueba que se realiza después del ANOVA para descubrir cuáles eran los tratamientos que diferían significativamente entre sí. La prueba de tukey es similar a la prueba de Duncan, comparaciones contra un valor de amplitud ya establecido; si la diferencia entre dos medias es mayor que el valor de la amplitud, la media es significativamente diferente. Mientras que en la prueba de Duncan se calculan varios valores de la amplitud en la prueba de Tukey sólo se calcula un valor único. (Watts et al, 1992, p.109) Para efectuar la prueba, se ordenaron las medias de los tratamientos por tamaño.

Análisis sensorial y estadístico

A. Primera etapa

Se llevó a cabo dos pruebas sensoriales del tipo afectivo para evaluar las cuatro diferentes formulaciones de galletas, realizadas con un tipo de factor, factor M (4 tipos de mix de harinas) y adición de mucílago de linaza al 20 %, para determinar su nivel de

agrado. Para su identificación, se asignaron a cada una de las formulaciones de galletas una clave de tres números al azar de manera que no despertara sospecha entre los jueces de las alteraciones hechas en cada formulación.

Tabla 25

Claves asignadas a cada una de las formulaciones de galletas

Formulación	Contenido	Clave
1	100 % Harina de trigo y 20 % de mucílago de linaza	535
2	90 % Harina de trigo, 10 % harina de linaza y 20 % de mucílago de linaza	747
3	80 % Harina de trigo, 20 % harina de linaza y 20 % de mucílago de linaza	913
4	70 % Harina de trigo, 30 % harina de linaza y 20 % de mucílago de linaza	856

Las pruebas se aplicaron a 25 panelistas semi entrenados entre los alumnos de la FOPCAA – UNFV, con el siguiente formato:

1. Prueba de preferencia general

Para localizar el grado de satisfacción de cada una de las diferentes formulaciones de galletas se usó la escala hedónica verbal que iba desde “Me gusta muchísimo” hasta “Me disgusta muchísimo” usando una escala de puntajes de 1 a 5 puntos.

2. Prueba de aceptabilidad

Con el objetivo de evaluar la aceptabilidad de cada una de las diferentes formulaciones de galletas respecto a los atributos de color, olor, sabor y textura, se usó la escala hedónica verbal calificada según las características de cada atributo usando una escala de puntajes de 1 a 5 puntos.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos en la prueba de preferencia general, se interpretaron con el análisis estadístico, aplicándose el análisis de la varianza con un nivel de significancia del 5 % y comparando promedios con la prueba de tukey al mismo nivel de significancia. Para los datos obtenidos en la prueba de aceptación, se aplicó la prueba de Friedman, la cual sirve para comparar J promedios poblacionales cuando se trabaja con muestras relacionadas. La situación experimental que permite resolver esta prueba es averiguar si los promedios de esos J tratamientos o medidas son o no iguales. El diseño está formado por J muestras o tratamientos relacionados y por una muestra aleatoria de n sujetos o bloques independientes entre sí e independientes de los tratamientos. El estadístico de Friedman (Fr) se distribuye según el modelo de probabilidad chi-cuadrado con $J-1$ grados de libertad. En esta prueba, se contrasta la hipótesis de que los J promedios comparados son iguales en la población (Ramírez, *et al.*, 2014):

Ecuación:

$$H_o : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_s$$
$$H_a : \tau_j \neq \tau_{j'} \text{ (para algún } j \neq j')$$

PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA DE CINCO PUNTOS

NOMBRE: _____

FECHA: _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: Galleta dulce

INSTRUCCIONES:

Frente a usted hay cuatro muestras codificadas de Galletas dulces, las cuales debe probar una a la vez y calificar su nivel de agrado o desagrado, de acuerdo con la escala que se le presenta, colocando un valor por cada muestra comprendido en el rango de 1 a 5 puntos.

5. Me gusta mucho
4. Me gusta
3. Me es indiferente
2. Me disgusta
1. Me disgusta mucho

ESCALA	MUESTRAS			
	535	747	913	856
Me gusta mucho				
Me gusta				
Me es indiferente				
Me disgusta				
Me disgusta mucho				

COMENTARIOS:

¡MUCHAS GRACIAS!

Figura 64. Ficha de evaluación sensorial 1.

Fuente: Wittig (2001).

PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA DE CINCO PUNTOS

NOMBRE: _____

FECHA: _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: Galleta dulce

INSTRUCCIONES:

Frente a usted hay cuatro muestras codificadas de Galletas dulces, las cuales debe probar una a la vez y calificar cada atributo indicando su puntaje ideal, de acuerdo con la escala que se le presenta, colocando un valor por cada muestra comprendido en el rango de 1 a 5 puntos.

ATRIBUTOS	PUNTAJE IDEAL	CALIFICACIÓN	TRATAMIENTOS			
			535	747	913	856
Color	5	Muy dorado				
	4	Dorado				
	3	Dorado pálido				
	2	Marrón				
	1	Muy marrón				
Olor	5	Excelente				
	4	Muy agradable				
	3	Agradable				
	2	Desagradable				
	1	Muy desagradable				
Sabor	5	Excelente				
	4	Muy agradable				
	3	Agradable				
	2	Desagradable				
	1	Amargo				
Textura	5	Muy firme, muy crocante				
	4	Firme, crocante				
	3	Poco firme, poco crocante				
	2	Suave				
	1	Muy suave				

COMENTARIOS: _____

¡MUCHAS GRACIAS!

Figura 65. Ficha de evaluación sensorial 2.

Fuente: Wittig (2001).

B. Segunda etapa

La mejor formulación aceptada sensorialmente se comparó con una galleta comercial con cereales y fibra “Gran cereal”, con el fin de saber si los panelistas encontraban similitud o mayor preferencia por una de ellas, se empleó el método de preferencia de comparación de pares a nivel de consumidores, esta prueba fue evaluada por 25 panelistas semi entrenados entre los alumnos de la FOPCAA – UNFV. Se usó la escala hedónica verbal calificada según las características de cada atributo usando una escala de 1 a 5 puntos, la cual estaba señalada por:

5: Excelente

4: Muy agradable

3: Agradable

2: Desagradable

1: Muy desagradable

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron evaluados por el análisis de la varianza (ANVA) a un nivel de significancia del 5 %, prueba paramétrica más frecuente para los datos sensoriales expresados en escala de intervalos o escalas racionales (Watts *et al.*, 1992). Seguidamente se realizó la prueba de comparación t student.

EVALUACIÓN POR EL MÉTODO COMBINADO DE LA ESCALA HEDÓNICA Y SCORE

NOMBRE: _____

FECHA: _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: Galleta dulce

INSTRUCCIONES:

Frente a usted hay dos muestras codificadas de Galletas dulces, las cuales debe probar una a la vez y calificar cada atributo de acuerdo con la escala que se le presenta, colocando un valor por cada muestra comprendido en el rango de 1 a 5 puntos.

ATRIBUTOS	PUNTAJE IDEAL	CALIFICACIÓN	MUESTRA	
			545	747
Color	5	Excelente		
	4	Muy agradable		
	3	Agradable		
	2	Desagradable		
	1	Muy desagradable		
Olor	5	Excelente		
	4	Muy agradable		
	3	Agradable		
	2	Desagradable		
	1	Muy desagradable		
Sabor	5	Excelente		
	4	Muy agradable		
	3	Agradable		
	2	Desagradable		
	1	Amargo		
Textura	5	Excelente		
	4	Muy agradable		
	3	Agradable		
	2	Desagradable		
	1	Muy desagradable		

COMENTARIOS: _____

¡MUCHAS GRACIAS!

Figura 66. Ficha de evaluación sensorial 3.

Fuente: Wittig (2001).

3.3.12.7 *En el producto final*

A partir del mejor tratamiento determinado por el análisis sensorial se evaluó las características de su composición química proximal, fisicoquímicas y microbiológicas, entre las cuales tenemos:

Análisis químico proximal

Los análisis químicos proximales del producto terminado, fueron realizados por el laboratorio BALTIC CONTROL CMA S.A.

- Determinación de proteína: AOAC 935.39 Baked Products – First Action 1935 – Final Action
- Determinación de grasa: NTP 206.017:1981 (Revisada el 2011). Galletas. Determinación del porcentaje de grasa. 1ª Edición.
- Determinación de cenizas: NTP 206.007:1976 (Revisada el 2011).
- Determinación de carbohidratos: Método de cálculo
- Determinación de fibra dietaria: AOAC.985.19 19th Ed. 2012
- Determinación del Índice de Peróxido: NTP 206.016: 1981. Galletas. Determinación de Peróxidos.
- Determinación del valor calórico: Método de cálculo, utilizando los coeficientes de ATWATER que considera 4 kcal / g de proteínas y carbohidratos y 9 kcal / g para lípidos.
- Determinación de ácidos grasos: AOAC 996.06 Hydrolytic Extraction Gas Chromatographic.

Análisis fisicoquímico

- Humedad – Bizcochos, galletas, pastas y fideos: NTP 206.011 (Revisada el 2011). 1981. Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Determinación de humedad.

- Acidez – Bizcochos, galletas, pastas y fideos: NTP 206.013:1981 (Revisada el 2011). Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Determinación de la acidez.
- pH – Galletas: NTP 206.014:1981 (Revisada el 2016). Galletas. Determinación del pH.

Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos del producto terminado fueron realizados por el laboratorio de la empresa Manufactura Jopisa S.A., donde se determinó el recuento de Mohos y levaduras (UFC/g).

Determinación del tiempo de vida útil

Se determinó el tiempo de vida útil de la mejor formulación aceptada sensorialmente, los análisis se realizaron en el laboratorio de la empresa Manufactura Jopisa S.A. el cual presentaba a condiciones normales de 22 °C, o lo cual las muestras de galleta con linaza fueron almacenadas en condiciones normales de 22 °C y en una estufa a temperatura de 40 °C durante 15 días. La variable fisicoquímica para la determinación del tiempo de vida útil del producto fue el contenido de peróxidos según el método de la “NTP 206.016:1981 (Revisada el 2011). Galletas. Determinación de peróxidos” (Ver apéndice 13), la cual con el transcurso del tiempo se va elevando y al llegar al valor máximo de 5 meq/O₂ provoca deterioro en sus propiedades sensoriales, las galletas son consideradas productos microbiológicamente estables por lo que no se toma en cuenta para el cálculo del tiempo de vida útil.

El cálculo del tiempo de vida útil se efectuó mediante el incremento del contenido de peróxidos de las galletas con linaza, teniendo en cuenta la cinética que se obtiene de los resultados.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis En La Harina De Trigo

4.1.1 Análisis fisicoquímicos

- Humedad:

Tabla 26
Humedad de la harina de trigo

Producto	% humedad	Promedio % humedad
	11,0309	
Harina de trigo	12,0744	11,91
	12,6386	

El resultado de humedad del harina de trigo, cumple con lo establecido por la Norma Técnica Peruana NTP 205.064:2015 (INDECOPI), que establece un rango máximo de 15 % y con el Codex Stan 152. 1985(1995) NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO, donde se establece como límite máximo 15,5 %.

- Determinación del pH y Acidez titulable

En la tabla 27 se observa que el pH de la harina de trigo fue 5,87, encontrándose dentro del rango de 5,5 – 6,5 para harinas frescas que no han sufrido almacenamiento muy prolongado (Guardia, 2006).

Tabla 27
pH y Acidez de la harina de trigo

Producto	Fecha de producción	Proveedor /marca	pH	% acidez	Promedio % acidez
				0,0522	
Harina de trigo	21/07/2016	Nicolini	5,87	0,0494	0,05
				0,0513	

El porcentaje de acidez de la harina de trigo está establecido por categorías; para el tipo harina especial o panadera, extra, popular o industrial y semiintegral; donde la acidez no supera el límite de 0,10 %; 0,15 %; 0,16 % y 0,18 % respectivamente; entonces se pudo confirmar que la calidad de la harina evaluada pertenece a la calidad panadera, con un porcentaje de acidez de 0,05 %.

- Análisis microbiológico

El harina de trigo utilizada cumplía con los requisitos microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad conforme lo indica la NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los “Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano” (ver apéndice 1).

4.2 Análisis En La Semilla De Linaza

4.2.1 Análisis fisicoquímico

- Humedad:

Tabla 28
Humedad en la semilla de linaza

Producto	% humedad	Promedio % humedad
	6,8175	
Linaza entera	7,0208	6,95
	7,0008	
Linaza después del secado en	2,0623	
estufa a 150 °C	2,0482	2
	1,8747	

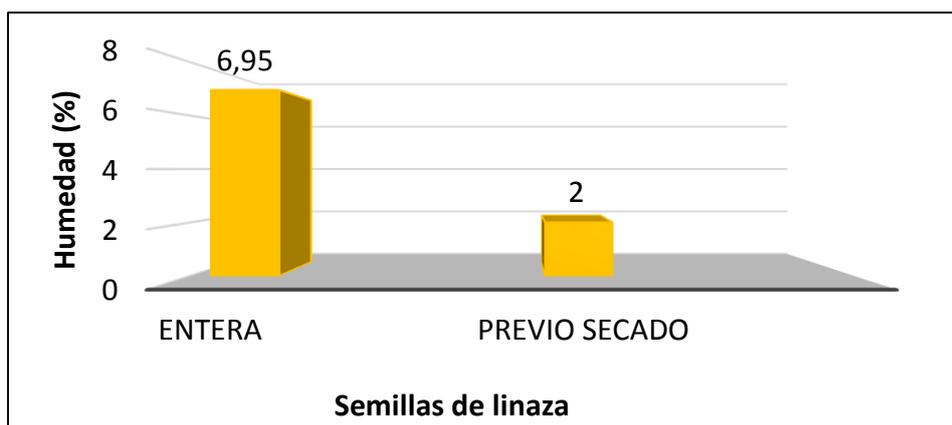


Figura 67. Variación de la humedad en la semilla de linaza.

Interpretación: De la figura 67, se puede observar que después de acondicionar el grano de linaza, se observó una gran variación del porcentaje humedad de 6,95 % a 2 %.

4.2.2 Análisis microbiológico

La materia prima utilizada cumple con los requisitos microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad conforme lo indica la RM N° 591-2008 – MINSA – 27/06/2008 (Ver apéndice 2).

4.3 Prueba de hipótesis

4.3.1 Resultados del análisis en la harina de linaza

Análisis fisicoquímico

- Humedad:

Tabla 29

Humedad de las harinas de linaza

Fecha de análisis	Producto	Fecha de producción	Proveedor / marca	% humedad
16 al 21/11/15	H. Linaza	13/11/2015	Tatiana G.	0,92
09 al 14/03/17	H. Linaza	13/11/2015	Tatiana G.	3,04
09 al 14/03/17	H. Linaza	13/09/2016	Tatiana G.	2,67
09 al 14/03/17	H. Linaza	25/02/2017	Naturandes (FV.25/02/2018)	3,20

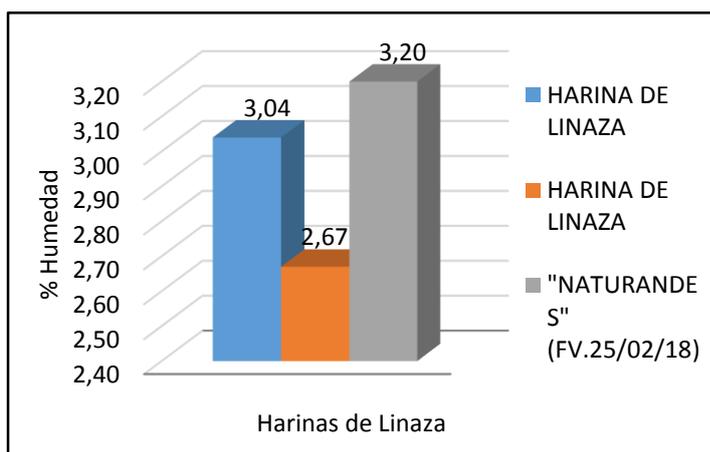


Figura 68. Comparación del porcentaje de humedad entre las harinas de linaza.

Interpretación:

Los resultados de humedad de las harinas elaboradas son similares al de la harina de linaza “Naturandes”, siendo de 3,04 %, 2,67 % y 3,20 % respectivamente; cumpliendo con la especificación máxima de 5 % establecido en la Norma Sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación: RM451.2006/ MINSA. La humedad de la harina de linaza puede variar, siendo directamente proporcional a su tiempo de almacenamiento en temperaturas de 4 °C a 5 °C, la harina de linaza (FP: 13/11/15) con 0,92 % aumentó a 3,04 % después de 1 año y 4 meses, mientras que la harina (FP: 13/09/16) con 0,11 % aumentó a 2,67 % después de 6 meses.

- Determinación del pH y acidez titulable

Los niveles de pH de las harinas de linaza, se encuentran dentro del rango de 5,5 – 6,5 para harinas frescas que no han sufrido almacenamiento muy prolongado (Guardia, 2006).

Tabla 30
pH de las harinas de linaza

Fecha de análisis	Producto	Fecha de producción	Proveedor/ marca	pH
13/11/2015	H. Linaza	13/11/2015	Tatiana G.	6,01
09/03/2017	H. Linaza	13/11/2015	Tatiana G.	5,99
09/03/2017	H. Linaza	13/09/2016	Tatiana G.	6,04
09/03/2017	H. Linaza	25/02/2017	Naturandes (FV.25/02/2018)	6,19

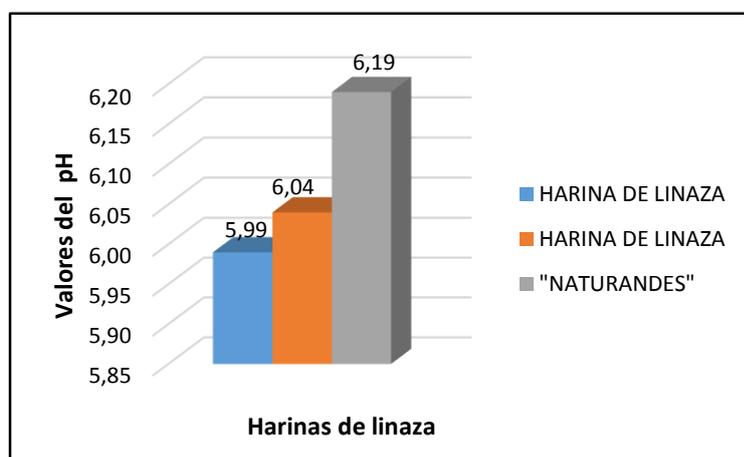


Figura 69. Comparación del pH entre las harinas de linaza.

Interpretación:

Los resultados obtenidos indican que los niveles de pH de las harinas elaboradas son bastantes próximos que el nivel de pH de la harina de linaza “Naturandes”, siendo de 5,99; 6,04 y 6,19 respectivamente. El pH de la harina de linaza (FP: 13/11/15) almacenadas en temperaturas de 4°C a 5 °C no presentó variaciones después de 1 año y 4 meses.

Tabla 31
Porcentaje de acidez de las harinas de linaza

Fecha de análisis	Producto	Fecha de producción	Proveedor / marca	% acidez (expresada como ácido sulfúrico)
13/11/2015	H. Linaza	13/11/2015	Tatiana G.	0,15
09/03/2017	H. Linaza	13/11/2015	Tatiana G.	0,14
09/03/2017	H. Linaza	13/09/2016	Tatiana G.	0,12
09/03/2017	H. Linaza	25/02/2017	Naturandes (FV.25/02/2018)	0,15

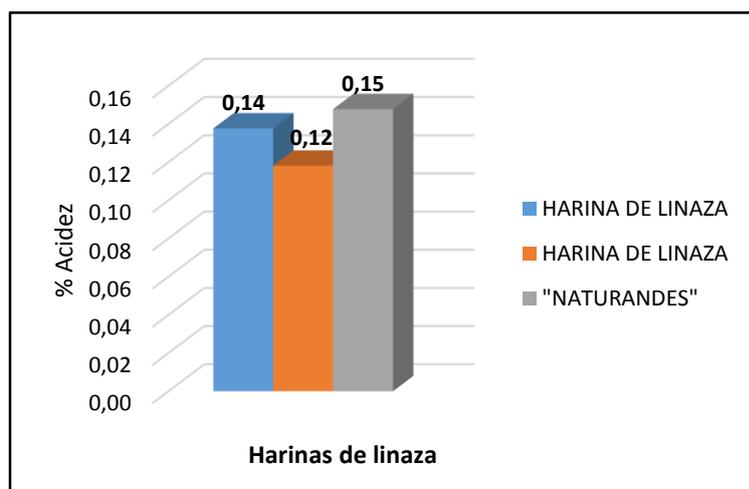


Figura 70. Comparación del porcentaje de acidez entre las harinas de linaza

Interpretación:

De la tabla 31 y figura 59, se puede observar mínimas variaciones entre la acidez de las harinas elaboradas, debido a que para elaborar las harinas se utilizó el mismo lote de semillas de linaza almacenadas a temperatura ambiente, en envases herméticamente sellados y protegidos de la luz. La acidez de la harina de linaza (FP: 13/11/15) con 0,15 % almacenada en

temperaturas de 4 °C a 5 °C, disminuyó sólo en 0,01 % después de 1 año y 4 meses, lo cual coincide con los valores de pH obtenidos, siendo de 6,01 y 5,99 respectivamente; a la vez se aprecia que la acidez de las harinas de linaza elaboradas fue similar al de la harina de linaza “Naturandes”, siendo 0,14 %, 0,12 % y 0,15 %.

Análisis microbiológico

La harina de linaza elaborada cumplió con los requisitos microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad conforme lo indica la NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los “Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano” (ver apéndice 3).

Composición proximal

Tabla 32
Composición proximal de la harina de linaza

Componente	Unidad	Cantidad
Humedad	%	0,11
Proteína	%	19,65
Grasa	%	30,21
Carbohidratos	g/100 g	17,47
Fibra dietaria	%	29,20
Cenizas	%	3,36

Fuente: Baltic Control CMA S.A., 2016 (Ver apéndice 11).

4.3.2 Resultados del análisis físico del mucílago de linaza

- Determinación de la temperatura óptima de extracción

El resultado de la temperatura óptima de la extracción del mucílago fue a 90 °C por 10 minutos, obteniéndose el mucílago “C” con una estructura firme y gelatinosa.

Tabla 33
Estructura del Mucílago de linaza

Mucílago de linaza	Temperatura	Estructura
A	80 °C	Suave, débil
B	85 °C	Semi firme
C	90 °C	Firme

- Determinación del pH

Tabla 34
pH del Mucílago de linaza

Mucílago de linaza	Temperatura	pH	
		Entre 35 °C y 40 °C	Entre 25°C y 30 °C
A	80 °C	6,447	6,757
B	85 °C	6,947	7,207
C	90 °C	7,377	7,473

Interpretación:

De la tabla 34, se observa que el pH es directamente proporcional a la temperatura de la extracción del mucílago y a la vez inversamente proporcional a su temperatura de establecimiento en frío después de haber sido extraídos en agua a 80 °C, 85 °C y 90 °C, lo cual se puede justificar en lo señalado por Figuerola, Muñoz y Estévez (2008) “la goma presenta la capacidad de formar geles débiles termo-reversibles de establecimiento en frío a pH entre 6,0 y 9,0” (p.56).

4.3.3 Resultados del análisis de humedad en la masa galletera

En la tabla 35, se muestra los resultados de la humedad de la masa después de reposar 20 minutos.

Tabla 35
Porcentaje de humedad en la masa galletera

Tratamiento	Repeticiones			% Humedad
	1	2	3	
T1	18,2185	18,427	18,5129	18,39
T2	18,4651	18,6904	18,6647	18,61
T3	17,7739	17,6331	17,6894	17,7
T4	15,9137	15,8247	15,9687	15,9

Tabla 36
ANVA de la humedad en la masa galletera

FV	S.C	G.L	C.M	FC	F ($\alpha = 5 \%$)
Tratamientos	13,541	3	4,51	372,79*	4,07
Error	0,097	8	0,01		
Total	13,638	11			

NS: No significativo

*: Significativo

En el análisis de varianza, se observa que existe diferencia significativa para los tratamientos donde al menos uno de los tratamientos es diferente a los demás, ya que el FC es mayor que el F con una probabilidad de error menor de 0,05. Es decir en la etapa final del reposo (20 min), la humedad de la masa depende de la composición de los respectivos ingredientes a utilizar en la fórmula.

Al existir diferencia significativa, se realizó la comparación de promedios con la prueba de Tukey al 5 %.

1. Determinación del error estándar del promedio (EE)

$$EE = \sqrt{\frac{CM(E)}{r}} = \sqrt{\frac{0,01}{3}} = 0,05773$$

2. Cálculo de la amplitud total estudentizada (q)

$$q = q(\alpha, k, GL_{EE})$$

$$q = q(5\%, 4, 8)$$

$$q = 4,53$$

3. Cálculo de la diferencia mínima significativa (W)

$$W = q \times EE$$

$$W = 4,53 \times 0,05773$$

$$W = 0,2615169$$

4. Comparación de promedios con “W”

Tabla 37
Comparación de promedios en la masa galletera

	T4	T3	T1
	(15,9)	(17,7)	(18,4)
T2 (18,6)	2,7*	0,9*	0,2 NS
T1 (18,4)	2,5*	0,4*	
T3 (17,7)	1,8*		

NS: No significativo

*: Significativo

5. Elaborando cuadro de rangos de los promedios al 5 %

Tabla 38
Rangos de promedios en la masa galletera

Formulaciones	Promedios	Significación
		5 %
T2	18,61	A
T1	18,39	A
T3	17,70	B
T4	15,90	C
Valor de la tabla		4,53
Tukey		0,2615169

Tabla 39
Prueba de Tukey para la humedad en la masa galletera

Formulaciones	Promedios	Rangos
T2	18,61	A
T1	18,39	A
T3	17,70	B
T4	15,90	C

Interpretación:

De la tabla 39, de la comparación de promedios con la prueba de Tukey al 5 %; se observa tres rangos, resultando **T2** (Harina de trigo 90 %, Harina de linaza 10 % y Mucílago 20 %) y **T1** (Harina de trigo 100 %, Harina de linaza 0 % y Mucílago 20 %) como los mejores tratamientos, porque estos poseen los valores de humedad más altos en esta etapa del proceso, y así contribuyen a un mejor moldeo de la masa, mientras que los tratamientos **T4** (Harina de

trigo 80 %, Harina de linaza 20 % y Mucílago 20 %) y **T3** (Harina de trigo 70 %, Harina de linaza 30 % y Mucílago 20 %) poseen el rango diferente.

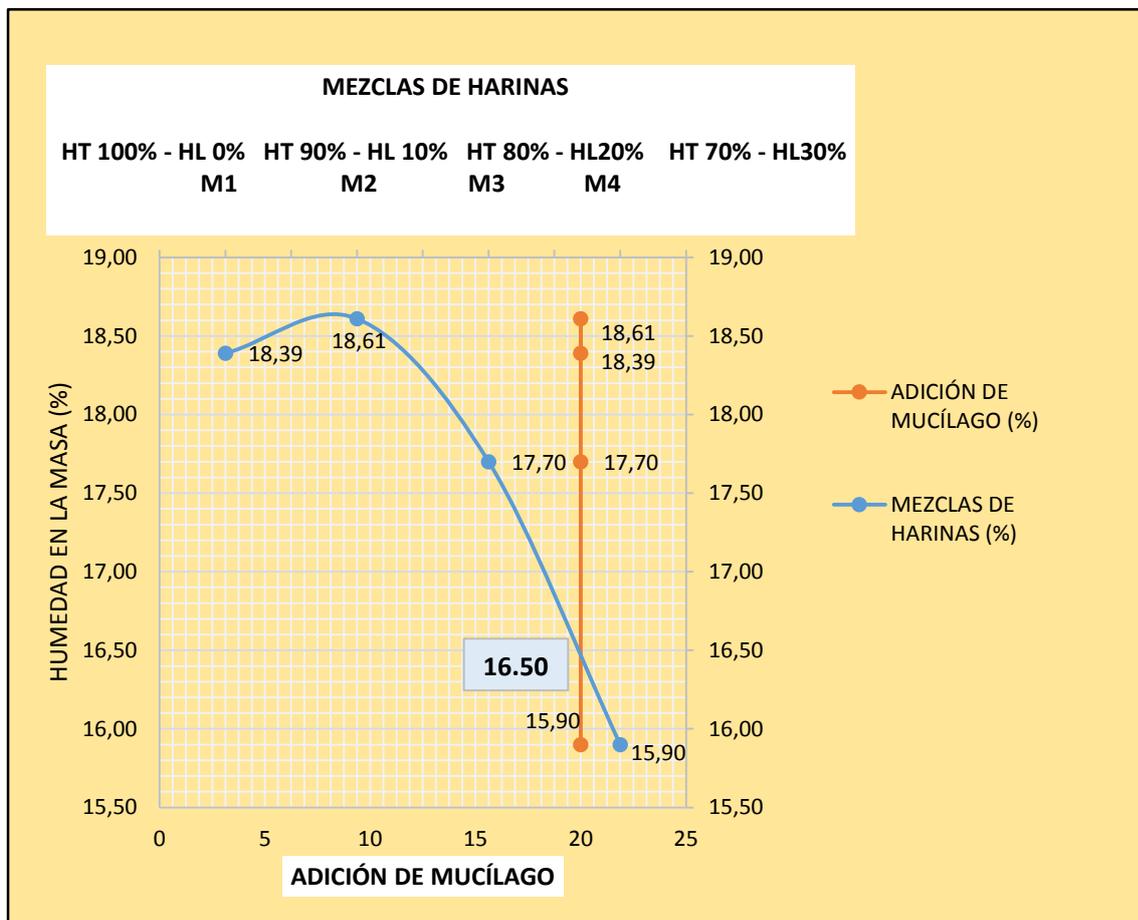


Figura 71. Interacción del factor M (Mezcla de harinas) y mucílago de linaza.

Interpretación:

En la figura 71, se observa un punto entre el factor **M** (Mezclas de harinas) y **la adición de mucílago al 20 %** para la humedad de la masa; interactuando el factor **M4** (Harina de trigo 70 % y Harina de linaza 30 %) y **la adición de mucílago al 20 %** en la que alcanza un valor óptimo de 16,50 %, esto quiere decir que es un porcentaje de humedad adecuado en la masa después de su reposo por 20 minutos. Además se muestra un incremento en el punto (18,61 %) esto se debe a la interacción de la composición de los ingredientes con la adición de la harina de linaza y mucílago de linaza al 20 %.

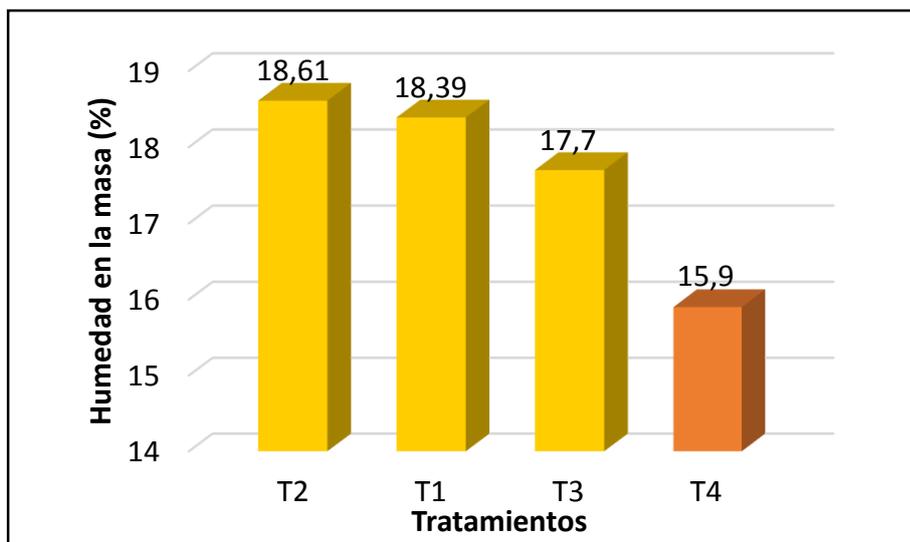


Figura 72. Representación gráfica de la humedad en la masa galletera.

Interpretación:

De la figura 72, se determina a **T2** (Harina de trigo 90 %, Harina de linaza 10 % y Mucílago 20 %), **T1** (Harina de trigo 100 %, Harina de linaza 0 % y Mucílago 20 %) y **T3** (Harina de trigo 80 %, Harina de linaza 20 % y Mucílago 20 %) como los mejores tratamientos, es decir que la humedad en la masa influye directamente por la composición de los ingredientes utilizados.

4.3.4 Resultados del tiempo de horneado del producto terminado

Tabla 40

Tiempo de horneado a 170 °C

Producto	Repeticiones			Promedio del tiempo (min)
	1	2	3	
T1	25	25	24	24,67
T2	26	25	26	25,67
T3	22	22	21	21,67
T4	20	19	19	19,33

Tabla 41
ANVA del tiempo de horneado

FV	S.C	G.L	C.M	FC	F ($\alpha = 5\%$)
Tratamientos	75,000	3	25,00	75,0*	4,07
Error	2,667	8	0,333		
Total	77,667				

NS: No significativo

*: Significativo

Interpretación:

De la tabla 41, se aprecia que existe diferencia significativa para los tratamientos, donde al menos uno de los tratamientos es diferente a los demás, ya que el FC es mayor que el F con una probabilidad de error menor de 0,05. Concluyendo que el tiempo de horneado de las galletas, depende de la composición de los ingredientes a utilizar en cada tratamiento. Al existir diferencia significativa, se realizó la comparación de promedios con la prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.

1. Determinación del error estándar del promedio (EE)

$$EE = \sqrt{\frac{CM(E)}{r}} = \sqrt{\frac{0,3333}{3}} = 0,33331$$

2. Calculo de la amplitud total estudentizada (q)

$$q = q(\alpha, k, GL_{EE})$$

$$q = q(5\%, 4, 8)$$

$$q = 4,53$$

3. Calculo de la diferencia mínima significativa (W)

$$W = q \times EE$$

$$W = 4,53 \times 0,33331$$

$$W = 1,509924$$

4. Comparación de promedios con “W”

Tabla 42

Comparación de promedios en el tiempo de horneado

	T4	T3	T1
	(19,33)	(21,67)	(24,67)
T2 (25,67)	6,34*	4*	1 NS
T1 (24,67)	5,34*	3*	
T3 (21,67)	2,34*		

NS: No significativo

*: Significativo

5. Elaborando cuadro de rangos de los promedios al 5 %

Tabla 43

Rangos de promedios en el tiempo de horneado

Formulaciones	Promedios	Significación
		5 %
T2	25,67	A
T1	24,67	A
T3	21,67	B
T4	19,33	C
Valor de la tabla		4,53
Tukey		1,5099245

Tabla 44
Prueba de Tukey en el tiempo de horneado

Tratamientos	Promedios	Rangos
T2	25,67	A
T1	24,67	A
T3	21,67	B
T4	19,33	C

Interpretación: De la tabla 44, se aprecia tres rangos. El tratamiento 1 y 2 se encuentran dentro de un mismo rango de tiempo de horneado de producto terminado; prevaleciendo **T2** (Harina de trigo 90 %, Harina de linaza 10 % y Mucílago 20 %) como el tratamiento que mayor tiempo de horneado presentó, seguido de **T3** (Harina de trigo 80 %, Harina de linaza 20 % y Mucílago 20 %) y **T4** (Harina de trigo 70 %, Harina de linaza 30 % y Mucílago 20 %). Por lo tanto se puede deducir que la variable tiempo de horneado es inversamente proporcional a la humedad del producto terminado.

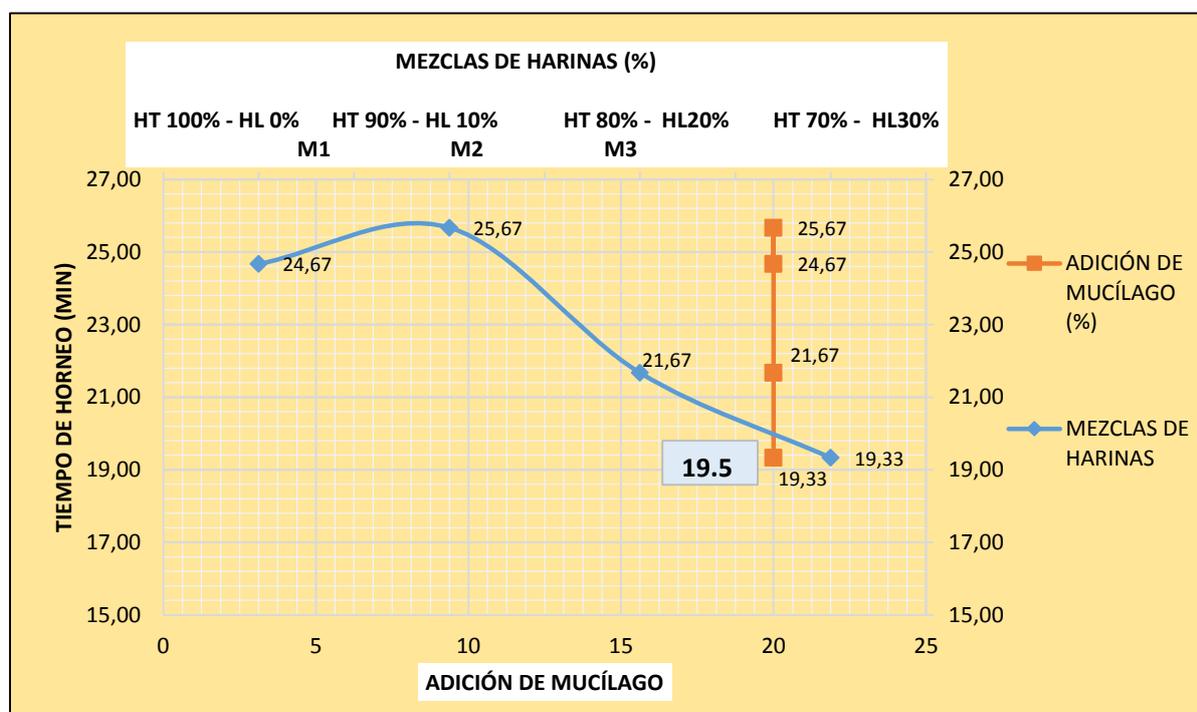


Figura 73. Interacción del factor M (Mezclas de harinas) y la adición del mucílago para el tiempo de horneado en el producto terminado.

Interpretación:

De la figura 73, se aprecia un punto óptimo de interacción en el tiempo de horneado del producto terminado, interactuando así entre el factor **M4** (Harina de trigo 70 % y Harina de linaza 30 %) y **la adición de mucílago al 20 %** alcanzando un tiempo adecuado horneado de 19,5 minutos. Además se muestra un incremento en el punto (25,67 min) esto se debe a la interacción de la composición de los ingredientes con la adición de la harina de linaza y mucílago de linaza al 20 %.

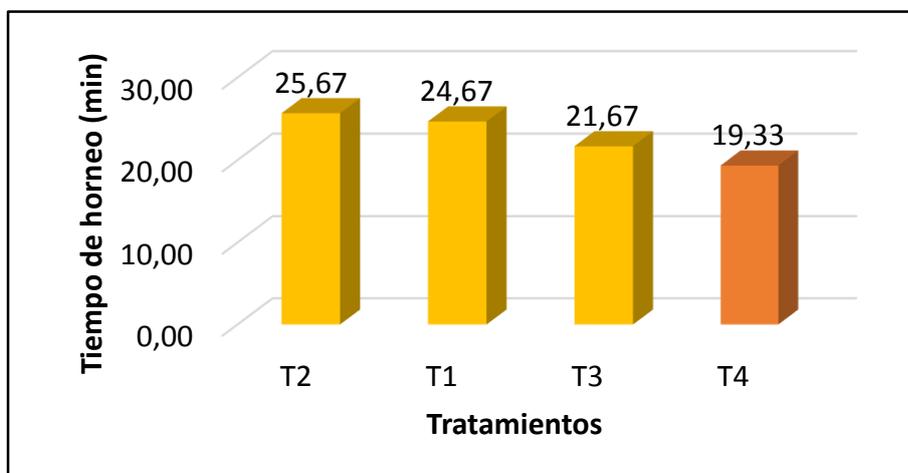


Figura 74. Representación gráfica del tiempo de horneado en el producto terminado.

Interpretación:

De la figura 74, se aprecia que todos los tratamientos alcanzan diferentes medias, prevaleciendo **T2** (Harina de trigo 90 %, Harina de linaza 10 % y Mucílago 20 %) con un tiempo de horneado adecuado en el producto terminado. Por lo tanto se puede deducir que el tiempo de horneado de la galleta está influenciado por el contenido de humedad en la masa.

4.3.5 Resultados de la humedad del producto terminado

Tabla 45
Porcentaje de humedad en el producto terminado

Producto	Repeticiones						% Humedad
	1	2	3	4	5	6	
T1	5,135	5,259	5,29	5,204	5,386	5,657	5,32
T2	3,695	3,835	3,848	3,852	3,762	3,89	3,81
T3	2,984	3,124	3,002	3,103	3,110	2,901	3,04
T4	3,552	5,422	3,524	3,636	4,697	3,891	4,12

Fuente: Baltic Control S.A., 2016 (ver apéndice 4).

Tabla 46
ANVA de la humedad en el producto terminado

FV	S.C	G.L	C.M	FC	F ($\alpha = 5\%$)
Formulaciones	16,209	3	5,40	33,48*	3,1
Error	3,228	20	0,16		
Total	19,437	23			

NS: No significativo

*: Significativo (5%)

Interpretación:

De la tabla 46, en el análisis de varianza, se observa que existe diferencia significativa en el producto terminado donde al menos uno de los productos es diferente a los demás, ya que el FC es mayor que el F con una probabilidad de error menor de 0,05; concluyendo que la humedad de la masa influye en el tiempo de horneado hasta alcanzar el nivel óptimo de cocción de las galletas. La humedad en el producto terminado depende de un tiempo óptimo de cocción de las galletas.

Al existir diferencia significativa, se realizó la comparación de promedios con la prueba de Tukey al 5 % para el producto terminado.

1. Determinación del error estándar del promedio (EE)

$$EE = \sqrt{\frac{CM(E)}{r}} = \sqrt{\frac{0,16}{6}} = 0,163299$$

2. Cálculo de la amplitud total estudentizada (q)

$$q = q(\alpha, k, GL_{EE})$$

$$q = q(5\%, 4, 8)$$

$$q = 4,53$$

Cálculo de la diferencia mínima significativa (W)

$$W = q \times EE$$

$$W = 4,53 \times 0,163299$$

$$W = 0,7397459$$

3. Comparación de promedios con “W”

Tabla 47

Comparación de promedios en la humedad del producto terminado

	T3	T2	T4
	(3,04)	(3,81)	(4,12)
T1 (5,32)	2,28*	1,51*	1,2*
T4 (4,12)	1,08*	0,31 NS	
T2 (3,81)	0,77*		

NS: No significativo

*: Significativo

4. Elaborando cuadro de rangos de los promedios al 5 %

Tabla 48

Rangos de promedios en la humedad del producto terminado

Formulaciones	Promedios	Significación
		5 %
T1	5,32	A
T4	4,12	B
T2	3,81	B
T3	3,04	C
Valor de la tabla		4,53
Tukey		0,7397459

Tabla 49

Prueba de Tukey en la humedad del producto terminado

Tratamientos	Promedios	Rangos
T1	5,32	A
T4	4,12	B
T2	3,81	B
T3	3,04	C

Interpretación:

De la tabla 49, se determinó que existen tres rangos, resultando como mejor formulación **T3** (Harina de trigo 80 %, Harina de linaza 20 % y Mucílago 20 %), ya que a menor valor de humedad en el producto, existe menor actividad de agua, por lo tanto se obtiene una mayor seguridad en la conservación del producto terminado.

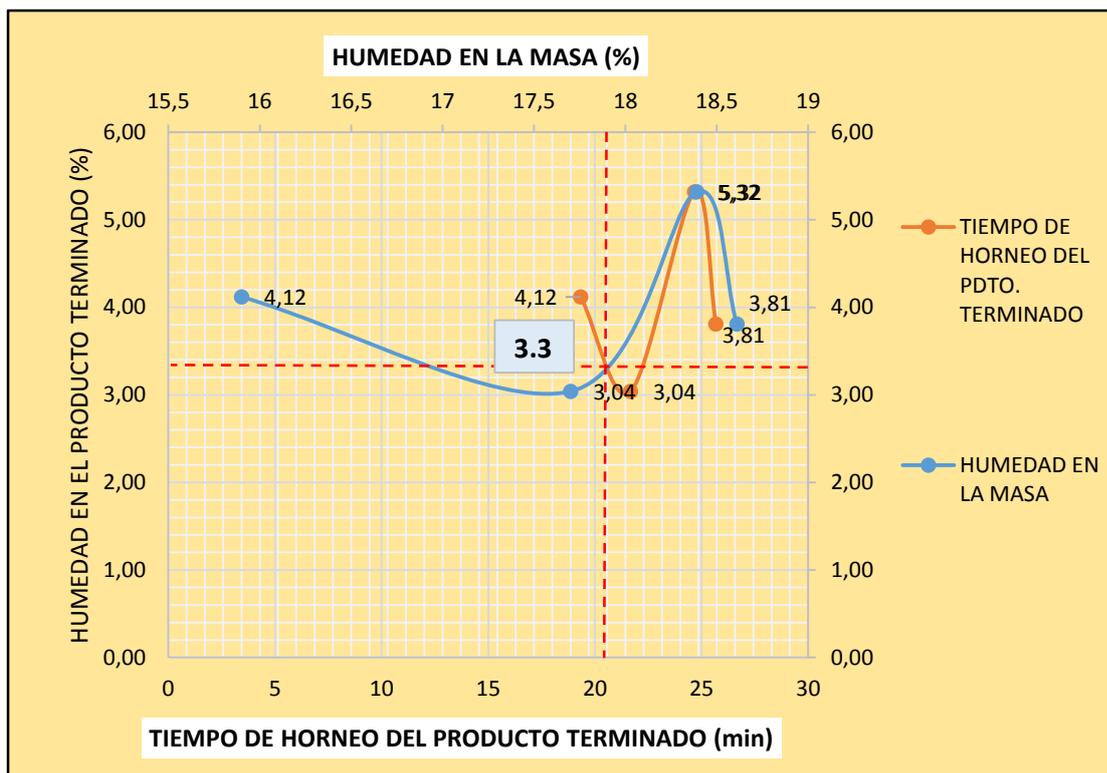


Figura 75. Interacción de la humedad en la masa y el tiempo de horneado para el producto terminado.

De la figura 75, se aprecia el punto de interacción, de la humedad en el producto terminado, definiéndose que entre la humedad de masa de 17,9 % y el tiempo de horneado de 20,8 minutos se consigue una humedad óptima de 3,3 %, valor que no supera el límite máximo de 12 % establecido en la norma NTP 206.011:1981 (Revisada el 2016).

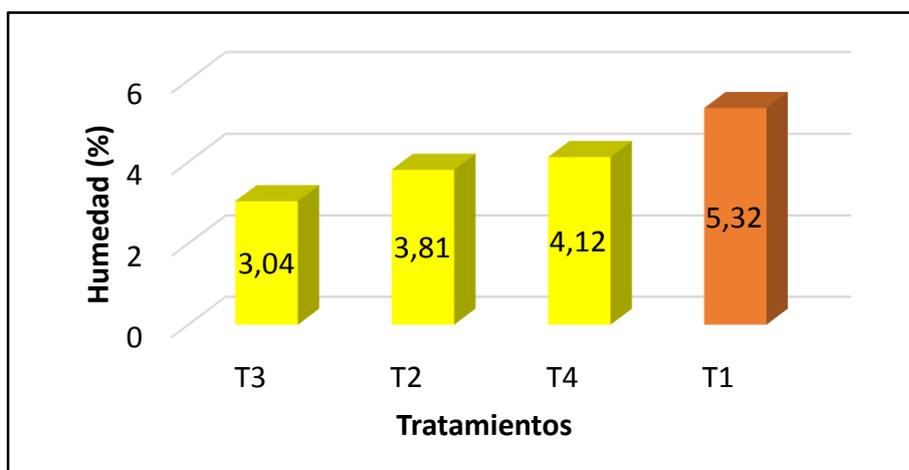


Figura 76. Humedad de los productos terminados.

Interpretación:

De la figura 76, se aprecia que el **T3** (Harina de trigo 80 %, Harina de linaza 20 % y Mucílago 20 %), es la mejor formulación, porque se obtiene una humedad óptima en el producto final, que no supera el límite máximo de 12 % establecido en la norma NTP 206.011:2016, ya que a menor humedad en el producto, existe menor actividad de agua y en consecuencia obtendremos una mayor seguridad en la conservación de las galletas.

4.3.6 Resultados del análisis sensorial del producto terminado

1. Primera etapa

Prueba de preferencia

En la tabla 50, se aprecia los valores tabulados luego del análisis sensorial del producto terminado.

Tabla 50
Resultados del análisis sensorial de las galletas

N° Panelistas	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	
1	3	4	5	3	
2	5	4	4	3	
3	2	5	4	3	
4	4	5	3	2	
5	3	5	5	4	
6	4	4	5	5	
7	4	3	5	4	
8	3	4	4	1	
9	4	4	5	3	
10	4	3	2	5	
11	2	5	5	4	
12	5	3	4	4	
13	5	4	5	4	
14	5	3	4	3	
15	4	4	5	4	
16	3	5	4	2	
17	2	5	3	4	
18	4	3	5	2	
19	4	3	4	3	
20	5	5	4	4	
21	2	3	3	4	
22	2	4	5	1	
23	4	5	3	2	
24	3	2	4	1	
25	3	4	5	3	
Xi	89	99	105	78	371 = x1
Ni	25	25	25	25	100 = n1
Xi	3,56	3,96	4,20	3,12	

1. Determinación de la suma de cuadrados (**SC**)

$$SC_{TR} = \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right) - \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right)$$

$$SC_{TR} = \left(\frac{89^2}{25} + \frac{99^2}{25} + \frac{105^2}{25} + \frac{78^2}{25} \right) - \frac{371^2}{100}$$

$$SC_{TR} = 16,83$$

$$SC_T = \sum (xij^2) - \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right)$$

$$SC_T = (3^2 + 4^2 + 5^2 + \dots + 3^2) - \frac{371^2}{100}$$

$$SC_T = 112,59$$

$$SC_{EE} = SC_T - SC_{TR}$$

$$SC_{EE} = 112,59 - 16,83$$

$$SC_{EE} = 95,76$$

2. Determinación de los grados de libertad (**GL**)

$$GL_{TR} = T - 1$$

$$GL_{TR} = 4 - 1$$

$$GL_{TR} = 3$$

$$GL_T = n1 - 1$$

$$GL_T = 100 - 1$$

$$GL_T = 99$$

$$GL_{EE} = GL_T - GL_{TR}$$

$$GL_{EE} = 99 - 3$$

$$GL_{EE} = 96$$

3. Determinación de los cuadrados medios (**CM**)

$$CM_{TR} = \frac{SC_{TR}}{GL_{TR}}$$

$$CM_{TR} = \frac{16,83}{3} = 5,61$$

$$CM_{EE} = \frac{SC_{EE}}{GL_{EE}}$$

$$CM_{EE} = \frac{95,76}{96} = 0,9975$$

4. Elaborando el cuadro ANVA con los indicadores hallados

Tabla 51
ANVA de la prueba de preferencia

FV	S.C	G.L	C.M
Tratamientos	16,83	3	5,61
Error	95,76	96	0,9975
Total	112,59	99	

5. Prueba de significación: Prueba F

➤ Hipótesis estadísticas:

H₀: Las galletas respecto a su preferencia, son iguales

H_a: Las galletas respecto a su preferencia, no son iguales

Nivel de significancia al 5 %

➤ Cálculo de fc

$$fc = \frac{CM_{TR}}{CM_{EE}}$$

$$fc = \frac{5,61}{0,9975}$$

$$fc = 5,6241$$

➤ Cálculo de F

$$F = f(\alpha, GL_{TR}, GL_{EE})$$

$$F = f(5\%, 3, 96)$$

$F(\text{teórico})_{\text{hallado en tabla estadística}} = \pm 2,746$

➤ Tabla de decisión

fc **F**

5,6241 > 2,7460

Se rechaza H_0 y la prueba es significativa.

➤ Conclusión:

Existen diferencias significativas, entre las galletas de las formulaciones T1, T2, T3 y T4 respecto a su preferencia. A un nivel de significancia del 5 %.

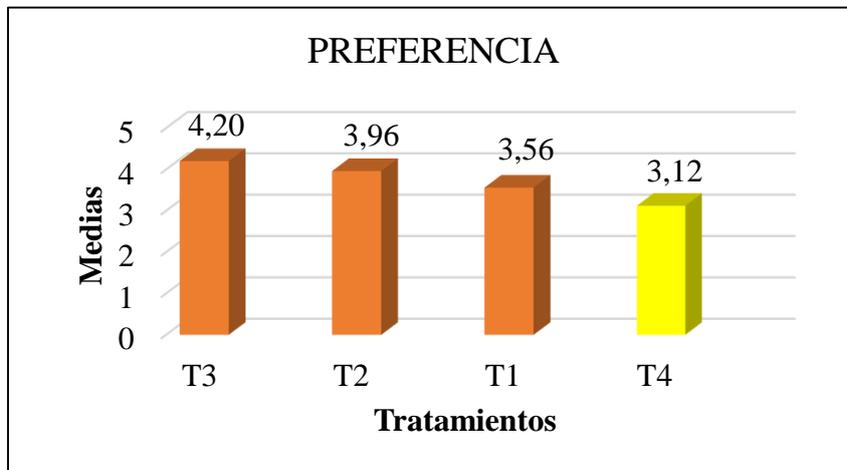


Figura 77. Evaluación de la preferencia en el producto terminado.

Interpretación:

De la figura 77, se observa que **T3** (Harina de trigo 80 %, Harina de linaza 20 % y Mucílago de linaza 20%), es el tratamiento que mayor preferencia obtuvo por el panel degustador, porque presentó un mayor agrado, seguido de **T2** (Harina de trigo 90 %, Harina de linaza 10 % y Mucílago de linaza 20 %), **T1** (Harina de trigo 100 %, y Mucílago de linaza 20 %) y **T4** (Harina de trigo 70 %, Harina de linaza 30 % y Mucílago de linaza 20 %). Los resultados de la prueba hedónica indican que existe diferencia significativa en la preferencia de la evaluación sensorial aplicado a las cuatro diferentes formulaciones, con un nivel de significancia del 5 %.

Al obtener los resultados de diferencias en las muestras, se realizó la comparación de promedios con la prueba de Tukey al 5 % para identificar las muestras que eran diferentes entre sí.

1. Determinación del error estándar de los promedios (EE)

$$EE = \sqrt{\frac{CM(E)}{r}}$$

$$EE = \sqrt{\frac{0,9975}{25}} = 0,1997$$

2. Cálculo de la amplitud total estudentizada (q)

$$q = q(\alpha, k, GL_{EE})$$

$$q = q(5\%, 4, 96)$$

$$q = 3,71$$

3. Cálculo de la diferencia mínima significativa (W)

$$W = 3,71 \times 0,1997 = 0,7409$$

4. Comparación de medias con “W”

Tabla 52

Comparación de promedios de la prueba de preferencia

	T4	T1	T2
	(3,12)	(3,56)	(3,96)
T3 (4,20)	1,08*	0,64 NS	0,24 NS
T2 (3,96)	0,84*	0,4 NS	
T1 (3,56)	0,44 NS		

NS: No significativo

*: Significativo

5. Elaborando cuadro de rangos de las medias al 5 %

Tabla 53
Rangos de promedios en la prueba de preferencia

Formulaciones	Medias	Significación
		5 %
T4	3,12	A
T1	3,56	B
T2	3,96	B
T3	4,20	B
Valor de la tabla		3,71
Tukey		0,7409

Tabla 54
Resultados de la prueba hedónica de preferencia

Tratamientos	Medias	Diferencia de medias	Valor crítico	Resultado
T3 y T4	4,20 – 3,12	1,08	0,7409	Hay diferencia significativa
T3 y T1	4,20 – 3,56	0,64	0,7409	No hay diferencia significativa
T3 y T2	4,20 – 3,96	0,24	0,7409	No hay diferencia significativa
T2 y T4	3,96 – 3,12	0,84	0,7409	Hay diferencia significativa
T2 y T1	3,96 – 3,56	0,4	0,7409	No hay diferencia significativa
T1 y T4	3,56 – 3,12	0,44	0,7409	No hay diferencia significativa

Interpretación:

En la tabla 54, podemos observar que existe diferencia significativa con un nivel de significancia del 5 % entre los tratamientos T3 - T4 y T2 - T4. Lo anterior nos indica que el tratamiento 4 es diferente a los demás, siendo el menos preferido por los panelistas. De ésta prueba, en base a las diferencias de las medias, podemos concluir que el orden de preferencia de menor a mayor de los tratamientos de galletas fue: T4, T1, T2 y T3.

Prueba de aceptación

En la tabla 55, tabla 57, tabla 59 y tabla 61, se aprecia los valores tabulados luego del análisis sensorial para los atributos color, olor, sabor y textura respectivamente.

Tabla 55
Resultados del análisis sensorial del color en las galletas

N° Panelistas	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	
1	3	3	4	5	
2	3	3	4	5	
3	4	4	3	5	
4	4	4	3	5	
5	4	4	3	5	
6	3	3	4	5	
7	3	4	3	4	
8	5	4	3	2	
9	3	3	4	4	
10	3	3	4	5	
11	4	5	3	3	
12	3	3	4	5	
13	3	3	4	5	
14	3	4	3	5	
15	3	3	4	5	
16	3	4	3	4	
17	4	4	3	5	
18	4	5	3	3	
19	3	3	4	5	
20	3	4	3	5	
21	3	4	3	5	
22	3	3	4	5	
23	3	3	4	5	
24	3	4	3	2	
25	3	3	4	5	
xi	83	90	87	112	371 = x1
Ni	25	25	25	25	100 = n1
Xi	3,32	3,6	3,48	4,48	

Tabla 56
Rangos obtenidos para el atributo color

Panelistas	Atributos				Σ
	T1	T2	T3	T4	
1	1,5	1,5	3	4	10
2	1,5	1,5	3	4	10
3	2,5	2,5	1	4	10
4	2,5	2,5	1	4	10
5	2,5	2,5	1	4	10
6	1,5	1,5	3	4	10
7	1,5	3,5	1,5	3,5	10
8	4	3	2	1	10
9	1,5	1,5	3,5	3,5	10
10	1,5	1,5	3	4	10
11	3,5	3,5	1,5	1,5	10
12	1,5	1,5	3	4	10
13	1,5	1,5	3	4	10
14	1,5	3	1,5	4	10
15	1,5	1,5	3	4	10
16	1,5	3,5	1,5	3,5	10
17	2,5	2,5	1	4	10
18	3	4	1,5	1,5	10
19	1,5	1,5	3	4	10
20	1,5	3	1,5	4	10
21	1,5	3	1,5	4	10
22	1,5	1,5	3	4	10
23	1,5	1,5	3	4	10
24	2,5	4	2,5	1	10
25	1,5	1,5	3	4	10
Σ	48,5	58,5	55,5	87,5	250
$(\Sigma x)^2$	2352,25	3422,25	3080,25	7656,25	16511,00
\bar{X}_i	1,94	2,34	2,26	3,54	

1. Hipótesis estadísticas

Ho: Las galletas del T1, T2, T3 y T4 respecto al color, son iguales

Ha: Las galletas del T1, T2, T3 y T4 respecto al color, son diferentes

2. Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

3. Determinación del Xr^2 calculado

$$Xr^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum Rj^2 - 3n(k+1)$$

Leyenda: $k = 4$, $n = 25$

$$Xr^2 = \left[\frac{12}{25(4)(5)} (48,5^2 + 58,5^2 + 55,5^2 + 87,5^2) \right] - [3(25)(5)]$$

$$Xr^2 = 28,176$$

4. Determinación del Xt^2 tabular

$$Xt^2 = Xt^2 (\alpha, GL_k)$$

$$Xt^2 = Xt^2 (5 \%, 3)$$

$$Xt^2 = 7,81$$

5. Tabla de decisión

$$Xr^2 = 28,176 > 7,81 \quad \text{Se rechaza Ho}$$

6. Conclusión

Existen diferencias significativas entre los promedios obtenidos del atributo evaluado: color; respecto al producto final a un nivel de significancia del 5 %. Esto nos indica que existe evidencia estadística para poder afirmar que existe diferencia significativa en el atributo evaluado entre las galletas del T1, T2, T3 y T4.

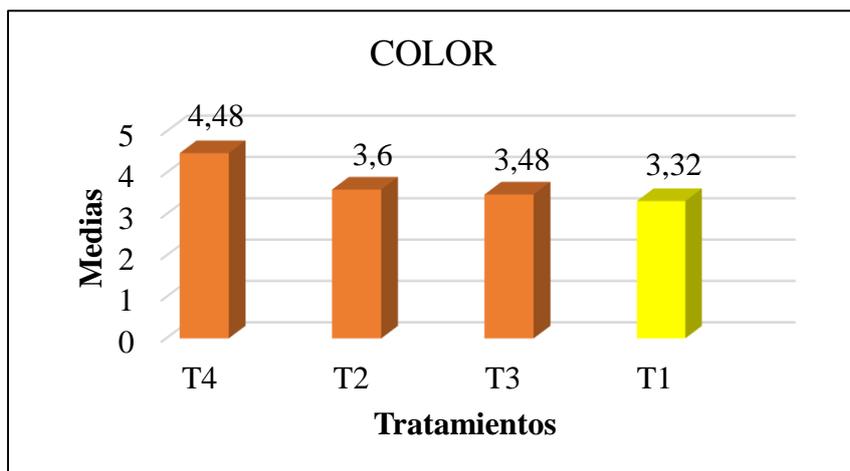


Figura 78. Evaluación del color en el producto terminado.

Interpretación:

Como se aprecia en la figura 78, el **T4** (Harina de trigo 70 %, Harina de linaza 30 % y Mucílago de linaza 20 %), es el tratamiento que mayor aceptabilidad obtuvo por el panel degustador, porque cumple con las características de una galleta natural (color dorado pálido), seguido del **T2** (Harina de trigo 90 %, Harina de linaza 10 % y Mucílago de linaza 20 %), **T3** (Harina de trigo 80 %, Harina de linaza 20 % y Mucílago de linaza 20 %) y **T1** (Harina de trigo 100 % y Mucílago de linaza 20 %).

Tabla 57
Resultados del análisis sensorial del olor en las galletas

N° Panelistas	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	
1	3	4	4	3	
2	3	4	4	3	
3	3	3	4	3	
4	3	3	3	4	
5	3	3	4	4	
6	3	4	4	3	
7	3	4	4	3	
8	3	4	3	4	
9	3	4	4	3	
10	4	3	5	3	
11	3	4	4	3	
12	3	4	5	3	
13	3	4	4	3	
14	3	4	4	3	
15	3	4	5	3	
16	3	4	4	3	
17	3	3	4	4	
18	3	3	4	4	
19	3	4	4	3	
20	3	5	5	4	
21	3	3	4	4	
22	3	4	5	3	
23	3	3	4	3	
24	3	4	5	4	
25	3	4	4	3	
Xi	76	93	104	83	356 = x1
Ni	25	25	25	25	100 = n1
Xi	3,04	3,72	4,16	3,32	

Tabla 58
Rangos obtenidos para el atributo olor

Panelistas	Atributos				Σ
	T1	T2	T3	T4	
1	1,5	3,5	3,5	1,5	10
2	1,5	3,5	3,5	1,5	10
3	2	2	4	2	10
4	2	2	2	4	10
5	1,5	1,5	3,5	3,5	10
6	1,5	3,5	3,5	1,5	10
7	1,5	3,5	3,5	1,5	10
8	1,5	3,5	1,5	3,5	10
9	1,5	3,5	3,5	1,5	10
10	3,5	1,5	3,5	1,5	10
11	1,5	3,5	3,5	1,5	10
12	1,5	3,5	3,5	1,5	10
13	1,5	3,5	3,5	1,5	10
14	1,5	3,5	3,5	1,5	10
15	1,5	3,5	3,5	1,5	10
16	1,5	3,5	3,5	1,5	10
17	1,5	1,5	3,5	3,5	10
18	1,5	1,5	3,5	3,5	10
19	1,5	3,5	3,5	1,5	10
20	1,5	3,5	3,5	1,5	10
21	1,5	1,5	3,5	3,5	10
22	1,5	3,5	3,5	1,5	10
23	2	2	4	2	10
24	1	2,5	4	2,5	10
25	1,5	3,5	3,5	1,5	10
Σ	40,5	72	85,5	52	250
$(\Sigma x)^2$	1640,25	5184	7310,25	2704	16838,50
X_i	1,62	2,88	3,42	2,08	

1. Hipótesis estadísticas

Ho: Las galletas del T1, T2, T3 y T4 respecto al olor, son iguales

Ha: Las galletas del T1, T2, T3 y T4 respecto al olor, son diferentes

2. Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

3. Determinación del Xr^2 calculado

$$Xr^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum Rj^2 - 3n(k+1)$$

Leyenda: $k = 4$, $n = 25$

$$Xr^2 = \left[\frac{12}{25(4)(5)} (40,5^2 + 72^2 + 85,5^2 + 52^2) \right] - [3(25)(5)]$$

$$Xr^2 = 29,124$$

4. Determinación del Xt^2 tabular

$$Xt^2 = Xt^2 (\alpha, GL_k)$$

$$Xt^2 = Xt^2 (5 \%, 3)$$

$$Xt^2 = 7,81$$

5. Tabla de decisión

$$Xr^2 = 29,124 > 7,81 \quad \text{Se rechaza Ho}$$

6. Conclusión

Existen diferencias significativas entre los promedios obtenidos del atributo evaluado: olor; respecto al producto final. A un nivel de significancia del 5 %. Esto nos indica que existe evidencia estadística para poder afirmar que existe diferencia significativa en el atributo evaluado entre las galletas del T1, T2, T3 y T4.

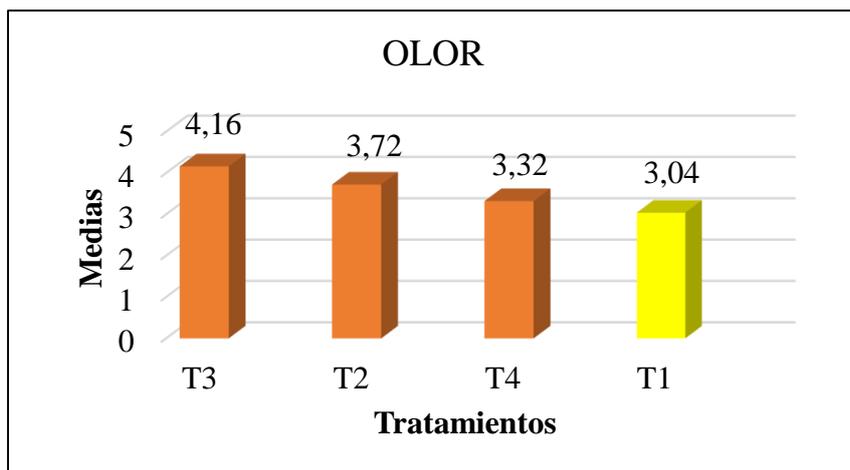


Figura 79. Evaluación del olor en el producto terminado.

Interpretación:

De la figura 79, se aprecia que **T3** (Harina de trigo 80%, Harina de linaza 20 % y Mucílago de linaza 20 %), es el tratamiento que mayor aceptabilidad obtuvo por el panel degustador, porque cumple con las características propias de una galleta recién horneada sin olores desagradables, seguido de **T2** (Harina de trigo 90 %, Harina de linaza 10 % y Mucílago de linaza 20 %), **T4** (Harina de trigo 70 %, Harina de linaza 30 % y Mucílago de linaza 20 %) y **T1** (Harina de trigo 100 % y Mucílago de linaza 20 %).

Tabla 59
Resultados del análisis sensorial del sabor en las galletas

N° Panelistas	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	
1	3	3	4	3	
2	3	4	4	3	
3	3	3	4	3	
4	3	4	3	3	
5	3	4	4	3	
6	4	4	3	3	
7	4	3	4	3	
8	3	4	3	3	
9	3	4	4	3	
10	4	3	5	3	
11	3	4	4	3	
12	4	3	5	3	
13	3	3	4	3	
14	3	4	4	3	
15	3	4	5	3	
16	3	3	4	3	
17	3	3	4	4	
18	3	3	4	3	
19	3	3	4	4	
20	3	3	5	3	
21	3	4	3	3	
22	3	4	5	3	
23	3	3	4	3	
24	3	4	5	3	
25	4	3	4	3	
xi	80	87	102	77	346 = x1
Ni	25	25	25	25	100 = n1
Xi	3,20	3,48	4,08	3,08	

Tabla 60
Rangos obtenidos para el atributo sabor

Panelistas	Atributos				Σ
	T1	T2	T3	T4	
1	2	2	4	2	10
2	1,5	3,5	3,5	1,5	10
3	2	2	4	2	10
4	2	4	2	2	10
5	1,5	3,5	3,5	1,5	10
6	3,5	3,5	1,5	1,5	10
7	3,5	1,5	3,5	1,5	10
8	2	4	2	2	10
9	1,5	3,5	3,5	1,5	10
10	3	1,5	4	1,5	10
11	1,5	3,5	3,5	1,5	10
12	3	1,5	4	1,5	10
13	2	2	4	2	10
14	1,5	3	4	1,5	10
15	1,5	3	4	1,5	10
16	2	2	4	2	10
17	1,5	1,5	3,5	3,5	10
18	2	2	4	2	10
19	1,5	1,5	3,5	3,5	10
20	2	2	4	2	10
21	2	4	2	2	10
22	1,5	3	4	1,5	10
23	2	2	4	2	10
24	1,5	3	4	1,5	10
25	3,5	1,5	3,5	1,5	10
Σ	51,5	64,5	87,5	46,5	250
$(\Sigma x)^2$	2652,25	4160,25	7656,25	2162,25	16631,00
X_i	2,06	2,58	3,5	1,86	

1. Hipótesis estadísticas

Ho: Las galletas del T1, T2, T3 y T4 respecto al sabor, son iguales

Ha: Las galletas del T1, T2, T3 y T4 respecto al sabor, son diferentes

2. Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

3. Determinación del Xr^2 calculado

$$Xr^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum Rj^2 - 3n(k+1)$$

Leyenda: $k = 4$, $n = 25$

$$Xr^2 = \left[\frac{12}{25(4)(5)} (51,5^2 + 64,5^2 + 87,5^2 + 46,5^2) \right] - [3(25)(5)]$$

$$Xr^2 = 24,144$$

4. Determinación del Xt^2 tabular

$$Xt^2 = Xt^2 (\alpha, GL_k)$$

$$Xt^2 = Xt^2 (5 \%, 3)$$

$$Xt^2 = 7,81$$

5. Tabla de decisión

$$Xr^2 = 24,144 > 7,81. \text{ Se rechaza } H_0$$

6. Conclusión

Existen diferencias significativas entre los promedios obtenidos del atributo evaluado: sabor; respecto al producto final. A un nivel de significancia del 5 %. Esto nos indica que existe evidencia estadística para poder afirmar que existe diferencia significativa en el atributo evaluado entre las galletas del T1, T2, T3 y T4.

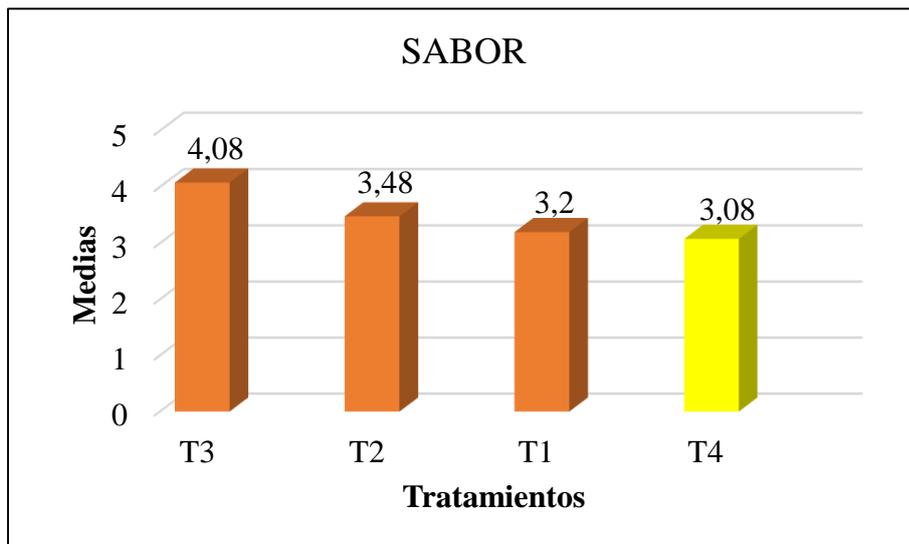


Figura 80. Evaluación del sabor en el producto terminado.

Interpretación:

De la figura 80, se aprecia que **T3** (Harina de trigo 80 %, Harina de linaza 20 % y Mucílago de linaza 20 %), es el tratamiento que mayor aceptabilidad obtuvo por el panel degustador, porque cumple con las características propias de una galleta que no presente sabores desagradables, seguido de **T2** (Harina de trigo 90 %, Harina de linaza 10 % y Mucílago de linaza 20 %), **T1** (Harina de trigo 100% y Mucílago de linaza 20 %) y **T4** (Harina de trigo 70 %, Harina de linaza 30 % y Mucílago de linaza 20 %).

Tabla 61

Resultados del análisis sensorial de la textura en las galletas

N° Panelistas	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	
1	2	4	5	3	
2	2	4	4	3	
3	3	4	5	4	
4	2	3	4	4	
5	2	3	4	4	
6	3	4	5	5	
7	2	3	4	4	
8	2	3	4	3	
9	3	3	5	3	
10	2	4	5	4	
11	3	4	3	4	
12	3	4	5	5	
13	2	3	5	4	
14	2	4	3	4	
15	2	4	4	4	
16	2	3	5	4	
17	3	4	5	5	
18	3	4	5	4	
19	2	4	4	3	
20	3	3	4	3	
21	2	4	4	3	
22	2	4	4	5	
23	3	4	5	5	
24	2	4	5	4	
25	3	4	5	3	
xi	60	92	111	97	360 = x1
Ni	25	25	25	25	100 = n1
Xi	2,4	3,68	4,44	3,88	

Tabla 62
Rangos obtenidos para el atributo textura

Panelistas	Atributos				Σ
	T1	T2	T3	T4	
1	1	3	4	2	10
2	1	3,5	3,5	2	10
3	1	2,5	4	2,5	10
4	1	2	3,5	3,5	10
5	1	2	3,5	3,5	10
6	1	2	3,5	3,5	10
7	1	2	3,5	3,5	10
8	1	2,5	4	2,5	10
9	2	2	4	2	10
10	1	2,5	4	2,5	10
11	1,5	3,5	1,5	3,5	10
12	1	2	3,5	3,5	10
13	1	2	4	3	10
14	1	3,5	2	3,5	10
15	1	3	3	3	10
16	1	2	4	3	10
17	1	2	3,5	3,5	10
18	1	2,5	4	2,5	10
19	1	3,5	3,5	2	10
20	2	2	4	2	10
21	1	3,5	3,5	2	10
22	1	2,5	2,5	4	10
23	1	2	3,5	3,5	10
24	1	2,5	4	2,5	10
25	1,5	3	4	1,5	10
Σ	28	63,5	88	70,5	250
$(\Sigma x)^2$	784	4432,25	7744	4970,25	17530,50
\bar{X}_i	1,12	2,66	3,56	2,9	

1. Hipótesis estadísticas

Ho: Las galletas del T1, T2, T3 y T4 respecto a la textura, son iguales.

Ha: Las galletas del T1, T2, T3 y T4 respecto a la textura, son diferentes.

2. Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

3. Determinación del Xr^2 calculado

$$Xr^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum Rj^2 - 3n(k+1)$$

Leyenda: $k = 4$, $n = 25$

$$Xr^2 = \left[\frac{12}{25(4)(5)} (28^2 + 63,5^2 + 88^2 + 70,5^2) \right] - [3(25)(5)]$$

$$Xr^2 = 66,204$$

4. Determinación del Xt^2 tabular

$$Xt^2 = Xt^2(\alpha, GL_k)$$

$$Xt^2 = Xt^2(5\%, 3) = 7,81$$

5. Tabla de decisión

$$Xr^2 = 66,204 > 7,81$$

Se rechaza Ho

6. Conclusión

Existen diferencias significativas entre los promedios obtenidos del atributo evaluado: textura; respecto al producto final, a un nivel de significancia del 5 %. Esto nos indica que existe evidencia estadística para poder afirmar que existe diferencia significativa en el atributo evaluado entre las galletas del T1, T2, T3 y T4.

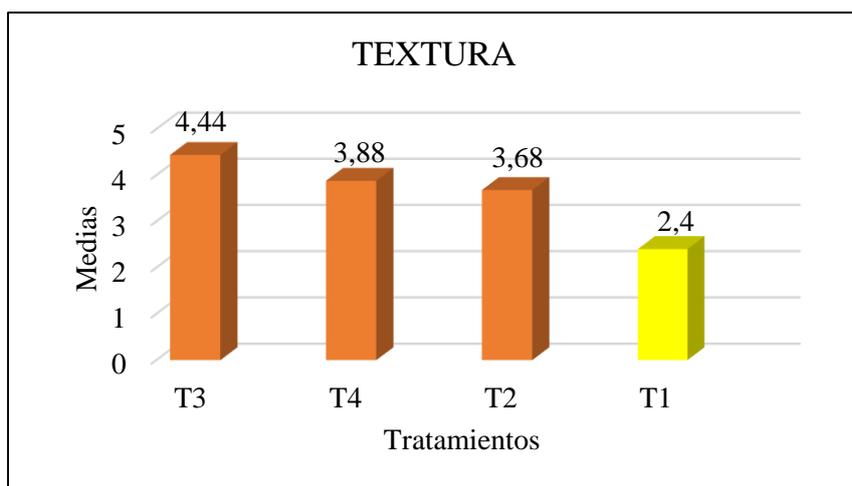


Figura 81. Evaluación de la textura en el producto terminado.

Tabla 63
Resultados de la prueba hedónica y prueba de Friedman

Formulaciones	Variable ¹			
	Color	Olor	Sabor	Textura
T1, X ± DE	3,32 ± 0,54	3,04 ± 0,20	3,2 ± 0,40	2,4 ± 0,49
T2, X ± DE	3,6 ± 0,63	3,76 ± 0,53	3,48 ± 0,50	3,68 ± 0,47
T3, X ± DE	3,48 ± 0,50	4,16 ± 0,54	4,08 ± 0,63	4,44 ± 0,64
T4, X ± DE	4,48 ± 0,94	3,32 ± 0,47	3,08 ± 0,27	3,88 ± 0,71
Prueba de Friedman	Rango promedio			
T1	1,94	1,62	2,06	1,12
T2	2,34	2,88	2,58	2,66
T3	2,26	3,42	3,5	3,56
T4	3,56	2,08	1,86	2,9
X^2 calculado	28,176	29,124	24,144	66,204
X^2 tabulado (5 %)	7,81	7,81	7,81	7,81

¹ Valores promedio obtenidos del análisis sensorial de las galletas del T1, T2, T3 y T4 realizadas por 25 panelistas (evaluadores semi entrenados).

Interpretación:

Como se aprecia en la figura 81, **T3** (Harina de trigo 80 %, Harina de linaza 20 % y Mucílago de linaza 20 %), es el tratamiento que mayor aceptabilidad obtuvo por el panel degustador, porque cumple con las características propias de una galleta crocante, que permitió una ruptura adecuada de la misma, seguido de **T4** (Harina de trigo 70 %, Harina de linaza 30 % y Mucílago de linaza 20 %), **T2** (Harina de trigo 90 %, Harina de linaza 10 % y Mucílago de linaza 20 %) y **T1** (Harina de trigo 100 % y Mucílago de linaza 20 %).

De la tabla 63, se aprecia que la galleta del tratamiento T3 (Harina de trigo 80 %, Harina de linaza 20 % y Mucílago de linaza 20 %), obtuvo los mayores rangos en olor (3,42) y sabor (3,5), y el mejor rango en textura (3,56) al igual que la galleta del tratamiento T4 (Harina de trigo 70 %, Harina de linaza 30 % y Mucílago de linaza 20 %), quien también obtuvo el mejor rango pero en el atributo evaluado: color (3,56); seguido de las galletas del tratamiento T2 (Harina de trigo 90 %, Harina de linaza 10 % y Mucílago de linaza 20 %), en color (2,34), sabor (2,58) y olor (2,88), y de la galleta del tratamiento T4 en textura (2,9).

También se observa que la galleta del tratamiento T1 (Harina de trigo 100 % y Mucílago de linaza 20 %), obtuvo los menores rangos en textura (1,12), olor (1,62) y color (1,94); y la galleta del tratamiento T4 en sabor (1,86).

B. Segunda etapa

Los datos obtenidos de los resultados del análisis sensorial de la galleta con linaza de T3 y galleta comercial con cereales y fibra, fueron evaluados por el análisis de la varianza con un nivel de significancia del 5 % y prueba de comparación t student.

Tabla 64

Resultados del análisis sensorial de la galleta con linaza del T3 y galleta comercial con cereales y fibra

N° Panelistas	Muestras							
	T3				Comercial			
	Color	Olor	Sabor	Textura	Color	Olor	Sabor	Textura
1	3	5	3	4	5	4	4	5
2	3	4	4	5	5	2	3	5
3	3	5	4	4	3	3	3	4
4	2	4	3	3	3	2	4	4
5	2	4	5	4	4	4	3	4
6	2	4	3	3	4	3	2	3
7	3	4	5	5	4	3	4	4
8	2	3	5	4	4	1	3	5
9	4	4	5	5	3	5	4	5
10	2	4	3	3	3	2	2	2
11	3	3	4	4	4	3	3	3
12	3	3	3	4	2	3	3	2
13	3	4	5	4	4	3	4	5
14	3	4	5	5	5	3	3	5
15	3	5	5	5	3	3	3	4
16	2	4	4	3	4	2	5	4
17	3	4	5	4	4	4	3	4
18	3	5	4	3	4	3	2	3
19	2	4	5	5	4	2	4	4
20	3	3	5	4	4	3	3	5
21	2	4	5	5	3	2	4	5
22	3	3	3	4	4	3	2	2
23	2	5	4	5	3	3	4	4
24	4	4	4	4	3	3	2	2
25	2	5	3	4	4	4	3	5
Total	67	101	104	103	93	73	80	98

Tabla 65
Resultados del análisis sensorial para el atributo color

N° Panelistas	Galletas		
	T3	Comercial	
1	3	5	
2	3	5	
3	3	3	
4	2	3	
5	2	4	
6	2	4	
7	3	4	
8	2	4	
9	4	3	
10	2	3	
11	3	4	
12	3	2	
13	3	4	
14	3	5	
15	3	3	
16	2	4	
17	3	4	
18	3	4	
19	2	4	
20	3	4	
21	2	3	
22	3	4	
23	2	3	
24	4	3	
25	2	4	
Xi	67	93	
Ni	25	25	160 = x ₁
Xi	2,68	3,72	50 = n ₁
XI	3	4	

1. Determinación de la suma de cuadrados (SC)

$$SC_{TR} = \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right) - \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right)$$

$$SC_{TR} = \left(\frac{67^2}{25} + \frac{93^2}{25} \right) - \frac{160^2}{50} = 13,52$$

$$SC_T = \sum (xij^2) - \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right)$$

$$SC_T = (3^2 + 3^2 + 3^2 + \dots + 4^2) - \frac{160^2}{50}$$

$$SC_T = 598$$

$$SC_{EE} = SC_T - SC_{TR}$$

$$SC_{EE} = 598 - 13,52$$

$$SC_{EE} = 584,48$$

2. Determinación de los grados de libertad (GL)

$$GL_{TR} = T - 1$$

$$GL_{TR} = 2 - 1 = 1$$

$$GL_T = n1 - 1$$

$$GL_T = 50 - 1 = 49$$

$$GL_{EE} = GL_T - GL_{TR}$$

$$GL_{EE} = 49 - 1 = 48$$

3. Determinación de los cuadrados medios (CM)

$$CM_{TR} = \frac{SC_{TR}}{GL_{TR}}$$

$$CM_{TR} = \frac{13,52}{1} = 13,52$$

$$CM_{EE} = \frac{SC_{EE}}{GL_{EE}}$$

$$CM_{EE} = \frac{584,48}{48} = 12,1767$$

4. Elaborando el cuadro ANVA con los indicadores hallados

Tabla 66
ANVA para el atributo color

FV	S.C	G.L	C.M
Tratamientos	13,52	1	13,52
Error	584,48	48	12,1767
Total	598	49	

5. Prueba de significación: Prueba F

- Hipótesis estadísticas:

H₀: Las galletas respecto al color, son iguales

H_a: Las galletas respecto al color, no son iguales

- Nivel de significancia al 5 %

- Cálculo de f_c

$$f_c = \frac{CM_{TR}}{CM_{EE}}$$

$$f_c = \frac{13,52}{12,1767} = 1,11$$

- Cálculo de F

$$F = f(\alpha, GL_{TR}, GL_{EE})$$

$$F = f(5\%, 1, 48)$$

$$F(\text{teórico}) \text{ hallado en tabla estadística} = \pm 4,042$$

- Tabla de decisión

f_c **F**

1,11 < 4,042 Se acepta H₀ y la prueba es no significativa.

- Conclusión: No existen diferencias significativas, entre las dos muestras de galletas para el atributo evaluado: color. A un nivel de significancia del 5 %.

Tabla 67
Resultados del análisis sensorial para el atributo olor
 Galletas

N° Panelistas	Galletas		
	T3	Comercial	
1	5	4	
2	4	2	
3	5	3	
4	4	2	
5	4	4	
6	4	3	
7	4	3	
8	3	1	
9	4	5	
10	4	2	
11	3	3	
12	3	3	
13	4	3	
14	4	3	
15	5	3	
16	4	2	
17	4	4	
18	5	3	
19	4	2	
20	3	3	
21	4	2	
22	3	3	
23	5	3	
24	4	3	
25	5	4	
xi	101	73	
Ni	25	25	174 = x ₁
Xi	4,04	2,92	50 = n ₁
XI	4	3	

1. Determinación de la suma de cuadrados (SC)

$$SC_{TR} = \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right) - \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right)$$

$$SC_{TR} = \left(\frac{101^2}{25} + \frac{73^2}{25} \right) - \frac{174^2}{50} = 15,68$$

$$SC_T = \sum (xij^2) - \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right)$$

$$SC_T = (5^2 + 4^2 + 5^2 + \dots + 3^2) - \frac{174^2}{50}$$

$$SC_T = 44,48$$

$$SC_{EE} = SC_T - SC_{TR}$$

$$SC_{EE} = 44,48 - 15,68$$

$$SC_{EE} = 28,80$$

2. Determinación de los grados de libertad (GL)

$$GL_{TR} = T - 1$$

$$GL_{TR} = 2 - 1 = 1$$

$$GL_T = n1 - 1$$

$$GL_T = 50 - 1 = 49$$

$$GL_{EE} = GL_T - GL_{TR}$$

$$GL_{EE} = 49 - 1 = 48$$

3. Determinación de los cuadrados medios (CM)

$$CM_{TR} = \frac{SC_{TR}}{GL_{TR}}$$

$$CM_{TR} = \frac{15,68}{1} = 15,68$$

$$CM_{EE} = \frac{SC_{EE}}{GL_{EE}}$$

$$CM_{EE} = \frac{28,80}{48} = 0,60$$

4. Elaborando el cuadro ANVA con los indicadores hallados

Tabla 68
ANVA para el atributo olor

	FV	S.C	G.L	C.M
Tratamientos		15,68	1	15,68
Error		28,80	48	0,60
Total		44,48	49	

5. Prueba de significación: Prueba F

➤ Hipótesis estadísticas:

Ho: Las galletas respecto al olor, son iguales

Ha: Las galletas respecto al olor, no son iguales

➤ Nivel de significancia al 5 %

➤ Calculo de f_c

$$f_c = \frac{CM_{TR}}{CM_{EE}}$$

$$f_c = \frac{15,68}{0,60} = 26,1333$$

➤ Calculo de F

$$F = f(\alpha, GL_{TR}, GL_{EE})$$

$$F = f(5\%, 1, 48)$$

$$F(\text{teórico})\text{hallado en tabla estadística} = \pm 4,042$$

➤ Tabla de decisión

fc **ft**

16,133 > 4,042 Se rechaza Ho y la prueba es significativa

➤ Conclusión: Existen diferencias significativas, entre las dos muestras de galletas para el atributo evaluado: Olor. A un nivel de significancia del 5 %.

Tabla 69
Resultados del análisis sensorial para el atributo sabor
 Galletas

N° Panelistas	Galletas		
	T3	Comercial	
1	3	4	
2	4	3	
3	4	3	
4	3	4	
5	5	3	
6	3	2	
7	5	4	
8	5	3	
9	5	4	
10	3	2	
11	4	3	
12	3	3	
13	5	4	
14	5	3	
15	5	3	
16	4	5	
17	5	3	
18	4	2	
19	5	4	
20	5	3	
21	5	4	
22	3	2	
23	4	4	
24	4	2	
25	3	3	
xi	104	80	184 = x ₁
ni	25	25	50 = n ₁
Xi	4,16	3,2	
XI	4	3	

1. Determinación de la suma de cuadrados (SC)

$$SC_{TR} = \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right) - \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right)$$

$$SC_{TR} = \left(\frac{104^2}{25} + \frac{80^2}{25} \right) - \frac{184^2}{50} = 11,52$$

$$SC_T = \sum (xij^2) - \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right)$$

$$SC_T = (3^2 + 4 + 4^2 + \dots + 3^2) - \frac{184^2}{50}$$

$$SC_T = 44,88$$

$$SC_{EE} = SC_T - SC_{TR}$$

$$SC_{EE} = 44,88 - 11,52$$

$$SC_{EE} = 33,36$$

2. Determinación de los grados de libertad (GL)

$$GL_{TR} = T - 1$$

$$GL_{TR} = 2 - 1 = 1$$

$$GL_T = n1 - 1$$

$$GL_T = 50 - 1 = 49$$

$$GL_{EE} = GL_T - GL_{TR}$$

$$GL_{EE} = 49 - 1 = 48$$

3. Determinación de los cuadrados medios (CM)

$$CM_{TR} = \frac{SC_{TR}}{GL_{TR}}$$

$$CM_{TR} = \frac{11,52}{1} = 11,52$$

$$CM_{EE} = \frac{SC_{EE}}{GL_{EE}}$$

$$CM_{EE} = \frac{33,36}{48} = 0,695$$

4. Elaborando el cuadro ANVA con los indicadores hallados

Tabla 70
ANVA para el atributo sabor

	FV	S.C	G.L	C.M
Tratamientos		11,52	1	11,52
Error		33,36	48	0,6950
Total		44,48	49	

5. Prueba de significación: Prueba F

➤ Hipótesis estadística:

H₀: Las galletas con linaza y comercial respecto al sabor, son iguales

H_a: Las galletas con linaza y comercial respecto al sabor, no son iguales

➤ Nivel de significancia al 5 %

➤ Calculo de fc

$$fc = \frac{CM_{TR}}{CM_{EE}}$$

$$fc = \frac{11,52}{0,6950} = 16,5755$$

➤ Calculo de F

$$F = f(\alpha, GL_{TR}, GL_{EE})$$

$$F = f(5\%, 1, 48)$$

$$F(\text{teórico}) \text{ hallado en tabla estadística} = \pm 4,042$$

➤ Tabla de decisión

$$fc \quad ft$$

16,576 > 4,042 Se rechaza H₀ y la prueba es significativa

➤ Conclusión: Existen diferencias significativas, entre las dos muestras de galletas para el atributo evaluado: sabor. A un nivel de significancia del 5 %.

Tabla 71
Resultados del análisis sensorial para el atributo textura

N° Panelistas	Galletas		
	T3	Comercial	
1	4	5	
2	5	5	
3	4	4	
4	3	4	
5	4	4	
6	3	3	
7	5	4	
8	4	5	
9	5	5	
10	3	2	
11	4	3	
12	4	2	
13	4	5	
14	5	5	
15	5	4	
16	3	4	
17	4	4	
18	3	3	
19	5	4	
20	4	5	
21	5	5	
22	4	2	
23	5	4	
24	4	2	
25	4	5	
xi	103	98	
ni	25	25	201 = x ₁
Xi	4,12	3,92	50 = n ₁
XI	4	4	

1. Determinación de la suma de cuadrados (SC)

$$SC_{TR} = \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right) - \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right)$$

$$SC_{TR} = \left(\frac{103^2}{25} + \frac{98^2}{25} \right) - \frac{201^2}{50} = 0,50$$

$$SC_T = \sum (xij^2) - \sum \left(\frac{xi^2}{ni} \right)$$

$$SC_T = (4^2 + 5^2 + 4^2 + 3^2 \dots + 5^2) - \frac{201^2}{50}$$

$$SC_T = 40,98$$

$$SC_{EE} = SC_T - SC_{TR}$$

$$SC_{EE} = 40,98 - 0,50$$

$$SC_{EE} = 40,48$$

2. Determinación de los grados de libertad (GL)

$$GL_{TR} = T - 1$$

$$GL_{TR} = 2 - 1$$

$$GL_{TR} = 1$$

$$GL_T = n1 - 1$$

$$GL_T = 50 - 1$$

$$GL_T = 49$$

$$GL_{EE} = GL_T - GL_{TR}$$

$$GL_{EE} = 49 - 1$$

$$GL_{EE} = 48$$

3. Determinación de los cuadrados medios (CM)

$$CM_{TR} = \frac{SC_{TR}}{GL_{TR}}$$

$$CM_{TR} = \frac{0,50}{1} = 0,50$$

$$CM_{EE} = \frac{SC_{EE}}{GL_{EE}}$$

$$CM_{EE} = \frac{40,48}{48} = 0,8433$$

4. Elaborando el cuadro ANVA con los indicadores hallados

Tabla 72

ANVA para el atributo textura

FV	S.C	G.L	C.M
Tratamientos	0,500	1	0,5000
Error	40,48	48	0,8433
Total	40,98	49	

5. Prueba de significación: Prueba F

➤ Hipótesis: estadísticas:

H₀: Las galletas con linaza y comercial respecto a la textura, son iguales

H_a: Las galletas con linaza y comercial respecto a la textura, no son iguales

➤ Nivel de significancia al 5 %

➤ Calculo de fc

$$fc = \frac{CM_{TR}}{CM_{EE}}$$

$$fc = \frac{19,2200}{0,5667}$$

$$fc = 0,5929$$

➤ Calculo de F

$$F = f(\alpha, GL_{TR}, GL_{EE})$$

$$F = f(5\%, 1, 48)$$

$$F(\text{teórico})_{\text{hallado en tabla estadística}} = \pm 4,042$$

➤ Tabla de decisión

fc **ft**

0,5930 < 4,042 Se acepta Ho y la prueba es no significativa.

➤ Conclusión

No existen diferencias significativas, entre las dos muestras de galletas para el atributo evaluado: textura. A un nivel de significancia del 5 %.

Análisis de la varianza DBCA

Se realiza a un nivel de significación del 5 %, con los resultados del cuadro de calificación de la evaluación sensorial.

Tabla 73

Análisis de la varianza del DBCA de las galletas con linaza y comercial

Atributos	F.V.	G.L	S.C	C.M	Fc	F ($\alpha = 5$ %)
	Tratamientos	1	13,52	13,52		
Color	Error	48	584,48	12,177	1,11	4,042 NS
	Total	49	598			
	Tratamientos	1	15,68	15,68		
Olor	Error	48	28,80	0,60	26,133	4,042 *
	Total	49	44,48			
	Tratamientos	1	11,52	11,52		
Sabor	Error	48	33,36	0,695	16,575	4,042*
	Total	49	44,88			
	Tratamientos	1	0,50	0,50		
Textura	Error	48	40,48	0,843	0,593	4,042 NS
	Total	49	40,98			

Prueba de comparación t Student

1. Olor

- Hipótesis estadísticas

Ho: Las galletas con linaza y comercial respecto al olor, son iguales.

Ha: Las galletas con linaza y comercial respecto al olor, son diferentes.

- Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$
- Determinación de la desviación estándar de las diferencias (Sd).

$$Sd = \left(\frac{CM_{EE}}{r_1} + \frac{CM_{EE}}{r_2} \right)^{1/2}$$

$$Sd = \left(\frac{0,60}{25} + \frac{0,60}{25} \right)^{1/2}$$

$$Sd = 0,2191$$

- Determinación del “t” calculado (t_c)

$$t_c = \frac{Xi(T3) - Xi(Comercial)}{Sd}$$

$$t_c = \frac{3 - 4}{0,2191}$$

$$t_c = - 4,5641$$

- Determinación del “t” tabular (t_t)

$$t_t = f(\alpha, GL_{EE})$$

$$t_t = f(5 \%, 48)$$

$$t_t = \pm 1,6772$$

- Tabla de decisión

$$t_c = -4,5641 \notin R.A < \pm 1,6772 >$$

Se rechaza Ho

➤ **Conclusión**

Existen diferencias significativas entre los promedios obtenidos de los grados de calidad que representa el atributo evaluado: Olor en las muestras de galletas, a un nivel de significancia del 5 %. Esto nos indica que existe evidencia estadística para poder afirmar que existe diferencia significativa en el atributo evaluado entre las galletas con linaza y comercial.

2. Sabor

➤ **Hipótesis estadísticas**

Ho: Las galletas con linaza y comercial respecto al sabor, son iguales.

Ha: Las galletas con linaza y comercial respecto al sabor, son diferentes.

➤ **Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$**

➤ **Determinación de la desviación estándar de las diferencias (Sd).**

$$Sd = \left(\frac{CM_{EE}}{r_1} + \frac{CM_{EE}}{r_2} \right)^{1/2}$$

$$Sd = \left(\frac{0,6950}{25} + \frac{0,6950}{25} \right)^{1/2}$$

$$Sd = 0,2358$$

➤ **Determinación del “t” calculado (t_c)**

$$t_c = \frac{Xi(T3) - Xi(Comercial)}{Sd}$$

$$t_c = \frac{4 - 3}{0,2358}$$

$$t_c = 4,2409$$

➤ **Determinación del “t” tabular (t_t)**

$$t_t = f(\alpha, GL_{EE})$$

$$t_t = f(5\%, 48)$$

$$t_t = \pm 1,6772$$

➤ Tabla de decisión

$$t_c = 4,2409 \neq R.A < \pm 1,6772 >$$

Se rechaza H_0

➤ Conclusión

Existen diferencias significativas entre los promedios obtenidos de los grados de calidad que representa el atributo evaluado: Sabor en las muestras de galletas, a un nivel de significancia del 5 %.

Esto nos indica que existe evidencia estadística para poder afirmar que existe diferencia significativa en el atributo evaluado entre las galletas con linaza y comercial.

4.3.7 Resultados en el producto final

4.3.7.1 Resultados del análisis químico proximal

En tabla 74, se puede observar los resultados de la composición proximal y el valor calórico de acuerdo a los coeficientes de ATWATER.

Tabla 74
Composición proximal en la galleta con linaza

Componente	Unidad	Cantidad
Humedad	%	1,75
Proteína	%	10,24
Grasa	%	14,40
Carbohidratos	g/100 g	45,17
Fibra dietaria	%	27,33
Cenizas	%	1,11
Índice de Peróxido	meqO ₂ /kg grasa	3,38
Energía	kcal	351,24

Fuente: Baltic Control CMA S.A., 2016 (Ver apéndice 12).

Los resultados de la galleta con linaza se compararon con la galleta de vainilla (Reyes, *et al.*, 2009), trigo con linaza entera estudiado por Alemán (2005), avena con microcápsulas de aceite de linaza estudiado por Morones (2012) y galleta comercial "Gran cereal" marca Costa (2017).

El contenido de humedad de la galleta con linaza es de 1,75 %, menor a las galletas de vainilla (4,8 %) en 3,5 %, trigo con linaza entera (14,97 %) en 13,22 %, avena y microcápsulas de aceite de linaza (6,60 %) en 4,31 %. Además no supera el límite máximo de 12 % para galletas, establecido en la norma NTP 206.011:2016.

Tabla 75
Composición proximal en las galletas

Componente	Unidad	Vainilla dulce (a)	Trigo con linaza entera al 3 % (b)	Avena con Microcápsulas de aceite de linaza al 5 % (c)	Galleta "Gran Cereal" (d)
Humedad	%	4,8	14,97 ± 0,02	6,60 ± 0,15	n.f
Proteína	%	6	14,37 ± 0,11	8,54 ± 0,03	10,6
Grasa	%	12,7	10,31 ± 0,10	20,67 ± 0,07	16,1
Carbohidratos disponibles	%	73,8	51,1 ^(*)	61,58 ± 0,30	56,7 ^(*)
Fibra dietaria	%	1,1	7,86 ± 0,05	0,61 ± 0,04	6,5
Cenizas	%	1,6	1,39 ± 0,01	2,00 ± 0,34	n.f
Energía*	kcal	433,5	454,67	466,51	414,10

*Cálculo de acuerdo a los coeficientes de ATWATER.

n.f: No figura.

Fuente: ^a Reyes, Gómez, Espinoza, Bravo & Ganoza (2009).

^b Alemán (2005), base seca, excepto la humedad. ^(*)Cálculo por diferencia.

^c Morones (2012), resultados expresados como el promedio de tres repeticiones y en base húmeda.

^d Información presentada en la etiqueta nutricional de la galleta gran Cereal clásica 40 g (FV: 101217 LOT3). ^(*)Cálculo por diferencia, Carbohidratos totales 63,2 %.



Figura 82. Etiqueta nutricional de la galleta Gran Cereal clásica 40 g.

Fuente: Costa, 2017.

Interpretación:

De la tabla 75, se puede observar que el contenido de proteínas de la galleta con linaza al 20 % es de 10,24 % superior a la galleta de vainilla dulce (6,0 %) en 4,24 % este aumento se debe porque la harina de linaza utilizada en la formulación de la galleta tiene 19,65 % de proteínas (ver tabla 32) la cual es superior a la harina de trigo que contiene 10,50 % (Reyes, *et al.*, 2009) componente mayoritario en las formulaciones de galletas.

La galleta con linaza al 20 % presenta menor contenido en cenizas (1,1 %) que las galletas de trigo con microcápsulas de aceite de linaza (2,00 %), vainilla (1,6 %); y a la galleta de trigo con linaza entera (1,39 %).

Las diferencias en el contenido de cenizas en las formulaciones con harina de linaza y semilla de linaza de 0,29 puede ser explicado en función a los contenidos en fósforo 625 mg /100 g y 622 mg /100 g, magnesio 425 mg /100 g y 431 mg /100 g, calcio 237.5 mg /100 g y 236 mg / 100 g y principalmente en potasio 825 mg /100 g y 831 mg /100 g en la harina de linaza y semilla de linaza respectivamente (Ver tabla 76).

Las diferencia en 0,85 % con la galleta de avena se debe porque en la formulación de la galleta con linaza al 20 %, se utilizó harina de linaza con 3,36 % de cenizas (ver tabla 32) y las

galletas estudiadas por Morones (2012) tienen en su formulación base harina de trigo refinada, harina de trigo integral y avena, los cuales según Reyes, *et al.* (2009) tienen 0,4 %, 1,5 % y 4,2 % de cenizas.

Con relación al contenido de fibra dietaria de la galleta con linaza es de 27,33 % superior a la galleta de avena con microcápsulas de aceite de linaza al 5 % (0,61 %), vainilla (1,1 %), “Gran Cereal” (6,5 %) y a la galleta de trigo con linaza al 3 % (7,86 %), este aumento tiene lógica porque la harina de linaza tiene mayor contenido de fibra dietaria que la harina de trigo, siendo de 29,20 % (ver tabla 32) y 2,7 % (Reyes, *et al.*, 2009) respectivamente. Estos resultados indican que mientras mayor es el grado de sustitución con linaza mayor es el contenido de fibra dietaria.

Los resultados indicaron que el valor calórico de la galleta con linaza al 20 % (351,24 kcal) es menor que la galleta Vainilla dulce (433,5 kcal), galleta con linaza entera al 3% (454,67 kcal), galleta de avena con microcápsulas de aceite de linaza al 5 % (466,51 kcal) y la galleta comercial “Gran Cereal” (414,10 kcal); es decir se puede elaborar una galleta nutritiva con bajo contenido calórico.

Tabla 76
Contenido de Minerales y Cenizas

Componente	Unidad	Linaza	Linaza	Harina de	Harina de	Avena
		entera	molida	trigo refinada	trigo integral	envasada
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Ca	mg/100 g	236	237,5	36	36	51
Mg	mg/100 g	431	425	n.f	n.f	n.f
P	mg/100 g	622	625	108	314	713
K	mg/100 g	831	825	n.f	n.f	n.f
Cenizas	%	4	3,36*	0,4	1,5	4,2

n.f: No figura

Fuente: ^a Morris, 2007.

^b Cálculo por conversión de “CH” a “g” en base a lo descrito por Morris, 2007.

^{c, d y e} Reyes, Gómez, Espinoza, Bravo & Ganoza (2009).

* Resultado analítico de la Harina de linaza de Variedad Nacional por el laboratorio BALTIC CONTROL CMA S.A. (Ver apéndice 11)

Por otro lado, el contenido de grasa también muestra diferencias; la galleta con linaza tiene 14,4 %, superior a la galleta de vainilla (12,7 %) y trigo con linaza entera (10,31 %) en 1,7 % y 4,09 % respectivamente, esto se debe a que la harina de linaza tiene mayor contenido lipídico que la harina de trigo, siendo de 30,21 % (ver tabla 32) y 2 % (Reyes, *et al.*, 2009) respectivamente. Estos resultados indican que mientras mayor es el grado de sustitución con linaza mayor es el contenido de grasa, lo cual podría deberse a que según Alemán (2005), la linaza es rica en grasa de excelente calidad, se encuentra en cantidades de 41 % aproximadamente.

En comparación con la galleta de avena con microcápsulas de aceite de linaza (20,67 %) y “Gran Cereal” (16,1 %) es inferior en 6,27 % y 1,7 % respectivamente, esta diferencia es porque

la formulación de la galleta tiene 6,042 % de grasa proveniente de la harina linaza y por los ingredientes en su formulación del 5 % de aceite de girasol y 20 % de manteca vegetal comparado con la formulación de la galleta de avena que contiene 5 % de aceite de linaza, 40 % de mantequilla y 20 % de manteca vegetal (Morones, 2012). En el rotulado de la galleta “Gran Cereal” sólo se menciona como ingrediente graso “grasa vegetal”.

El contenido en carbohidratos disponibles (45,17 %) fue menor en comparación con las demás galletas, respecto a la galleta de trigo con linaza entera (51,1 %) en 5,93 %, “Gran Cereal” (56,7 %) en 11,53 %, avena (61,58 %) en 16,41 %, Vainilla dulce (73,8 %) en 28,63 %. Estas diferencias tienen lógica si se toma en cuenta que la harina de linaza contiene una baja cantidad de carbohidratos (ver tabla 32); mientras que la harina de trigo la cual es el principal componente en las formulaciones base de las galletas, aporta 73,6 % de carbohidratos disponibles según Reyes, *et al.* (2009).

Tabla 77

Contenido de ácidos grasos en 100 g de galleta con linaza

Ácido graso	Contenido (%)
Palmítico	2,8
Esteárico	0,7
Oleico	0,6
Lauroleico	2,8
Alfa – linolénico	2,5
Linoleico	0,2
Saturados	3,5
Monoinsaturados	3,4
Poliinsaturados	2,7

Fuente: Baltic Control CMA S.A., 2016 (Ver apéndice 12).

Interpretación:

De la tabla 77, se observa que la galleta con linaza al 20 % contiene 6 ácidos grasos. Del total de grasa que contiene la galleta con linaza (14,4 %), la grasa saturada representa 24,30 %,

monoinsaturada 23,61 % y poliinsaturada representa 18,75 %, en la que el contenido de ácido alfa linolénico (18,3 ω 3) es 17,36 % y ácido linoleico (18,2 ω 6) es 1,39 %. Por otro lado, se aprecia la alta proporción del ácido alfa linolénico (AAL), en relación al ácido linoleico. La proporción de ω 6 / ω 3 es de 0,08. Debido al alto contenido de AAL, la linaza tiene una proporción de ácidos grasos omega-6/ omega-3 de 0,3:1 (Morris, 2006).

Tabla 78

Contenido de ácidos grasos por cada 100 g de producto

Ácido graso	Galleta de	Galleta de		Pan
	trigo con linaza entera al 3 % (a)	avena con M. de aceite de linaza al 5 % (b)	Pan con linaza entera al 10 % (c)	blanco con 3,5 % de harina de linaza (d)
Palmítico	n.f	n.f	0,35	n.f
Estearico	n.f	n.f	0,17	n.f
Oleico	n.f	n.f	0,66	2,72
Lauroleico	n.f	n.f	n.f	n.f
Alfa – linolénico	0,43*	1,08	0,84	0,71
Linoleico	n.f	n.f	0,59	1,67
Saturados	n.f	n.f	0,52	n.f.
Monoinsaturados	n.f	n.f	0,74	2,79
Poliinsaturados	n.f	n.f	1,43	2,38

n.f: No figura en los reportes de los autores.

Fuente: ^a Alemán, 2005. ^{*}Cálculo teórico reportado por Alemán (2005).

^b Morones, 2012.

^c Ticona, 2006. Cálculo por conversión del contenido de AG (%) a “g /100 g de pan (%)”.

^d Arisaca, Choquehuanca e Ibañez, 2016. Cálculo por conversión de “g /100 de grasa (%)” a “g /100 g de pan (%)”.

Los resultados de ácidos grasos se compararon con los resultados encontrados en la galleta de trigo con linaza entera, avena con microcápsulas de aceite de linaza, pan con linaza al 10 % por Ticona (2006) y pan blanco con 15,5 % de sustitución de la harina de trigo por mezclas de

harinas (2,5 % harina de quinua, 7 % harina de cañihua, 2,5 % harina de maca y 3,5 % harina de linaza) reportado por Arisaca, Choquehuanca e Ibañez (2016).

Por otro lado, el contenido de AAL podría justificarse porque la formulación de la galleta con linaza tiene 9,063 % de grasa proveniente de la harina linaza (ver tabla 32) comparado con la galleta de trigo con linaza: 3 % linaza entera (Aleman, 2005) y la galleta de avena: 5 % de aceite de linaza (Morones, 2012).

Tabla 79

Contenido de ácido alfa linolénico por cada 100 g de galletas

Galletas	Ácido alfa linolénico
	<u>Por porción (40 g)</u> Por cada 100 g
	1
Galletas con linaza al 20 %	2,5
* Galleta de avena con microcápsulas de aceite de linaza al 5 %.	0,32 1,08

Fuente: Baltic Control CMA S.A, 2016.

* Morones, 2012.

Interpretación:

De la tabla 79, se observa la diferencia en contenido de ácido alfa linolénico, en la galleta con linaza al 20 % y la galleta de avena con microcápsulas de aceite de linaza al 5 %. Una de las características de la galleta con linaza al 20 % es que al contener 2,5 g de ALA por 100 g de producto, el contenido de ALA por porción de 40 g sería de 1 g.

4.3.7.2 Determinación del tiempo de vida útil

Tabla 80

Comportamiento del índice de peróxido durante 15 días de almacenamiento

Días	Peróxidos	
	T1 (22 °C)	T2 (40 °C)
0	3,38	3,38
3	3,41	3,47
6	3,42	3,77
9	3,6	6,32
12	4,2	8,25
15	4,39	10,01

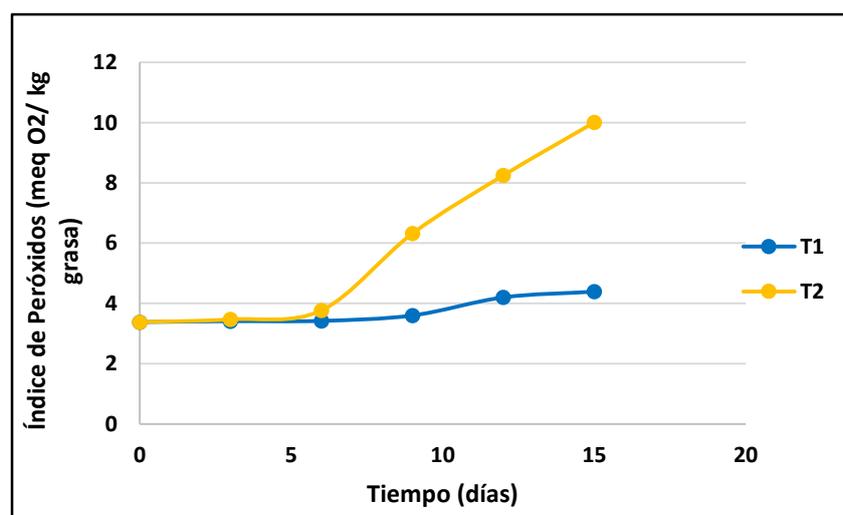


Figura 83. Índice de peróxido en función al tiempo.

Interpretación:

De la figura 83, se observa que las galletas durante su almacenamiento a temperatura acelerada de 40 °C, obtienen mayor puntaje de contenido de peróxidos respecto a la temperatura ambiente de 22 °C.

Transcurridos los tres primeros días de almacenamiento, el índice de peróxido fue ligeramente similar en ambas condiciones de temperatura de 22 °C y 40 °C, siendo de 3,41

meq O₂/kg grasa y 3,47 meq O₂/kg grasa respectivamente, a la vez se observó que a partir del día 6 el incremento ya no fue proporcional como en los días iniciales, donde la proporción de aumento fue mayor; evidenciándose aceleración en la oxidación de los lípidos.

1. Hallando la orden de la ecuación

Tabla 81

Valores para definir el orden de la ecuación cinética para el contenido de peróxidos

		Peróxidos	
		22 °C	40 °C
n = 0	A	3,1905	2,2924
	B	0,0724	0,4766
	R	0,91093	0,9531
	R ²	0,8298	0,9094
	Log A	0,5081	0,4622
n = 1	A	3,2218	2,8987
	B	0,0082	0,0353
	R	0,9157	0,9612
	R ²	0,8386	0,9239

Interpretación:

De la tabla 81, se deduce que el orden de la ecuación es n = 1, por presentar un R² mayor, dando mayor eficiencia a los cálculos de vida útil para las galletas.

2. Cálculo del tiempo de vida útil para 22 °C:

CR = 5, en función a lo establecido en la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería R.M N° 1020-2010/MINSA.

$$LnCR = lnCo \pm K(t)$$

$$ln 5 = ln 3,2218 + 0,0082(t)$$

$$t = 53,59 \text{ días}$$

El contenido de peróxidos a temperatura de 22 °C mantiene su calidad aceptable por 53 días en anaquel.

3. Cálculo del tiempo de vida útil para 40 °C

$$\ln CR = \ln Co \pm K(t)$$

$$\ln 5 = \ln 2,8987 + 0,0353(t)$$

$$t = 15,44 \text{ días}$$

El contenido de peróxidos a temperatura acelerada de 40 °C mantiene su calidad aceptable por 15 días en anaquel.

4. Ecuación de Arrhenius
$$\text{Log } K = \text{Log } K_0 + \frac{Ea}{2,3 R} \left(\frac{1}{T_{abs}} \right)$$

Tabla 82

Valores para definir la ecuación de Arrhenius para el contenido de peróxidos

(1/Tabs)	K	Log(K)
0,00339	0,0724	-1,1402614
0,0031948	0,4766	-0,32184596

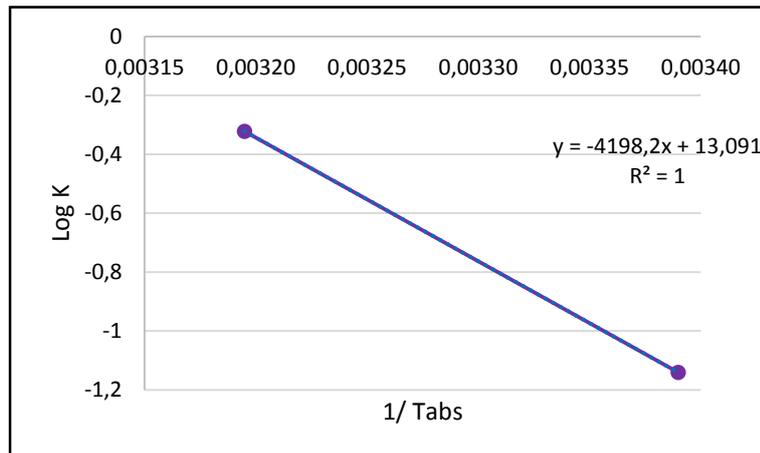


Figura 84. Diagrama de Log K vs 1/Tabs para el contenido de peróxidos.

La ecuación de Arrhenius resultó:

$$\text{Log } K = 13,091 - 4198,2 \left(\frac{1}{T_{abs}} \right)$$

4.3.7.3 Análisis fisicoquímico

Acidez titulable

Se evaluó el contenido de acidez titulable, pH y humedad durante 12 días de almacenamiento a temperatura acelerada de 40 °C, debido a que a partir del día 9 en estas condiciones de temperatura el contenido de peróxidos resultó con 6,32 meq O₂/kg grasa.

Tabla 83

Comportamiento de la acidez durante 12 días de almacenamiento a temperatura acelerada, de las galletas con linaza y "Gran Cereal" clásica

Galleta / Días	% Acidez (Expresada en ácido láctico)				
	0	3	6	9	12
Galleta con Linaza (HT/HL 80:20)	0,18	0,22	0,29	0,31	0,32
Galleta "Gran Cereal" clásica, con cereales y fibra	0,29	0,34	0,36	0,42	0,45

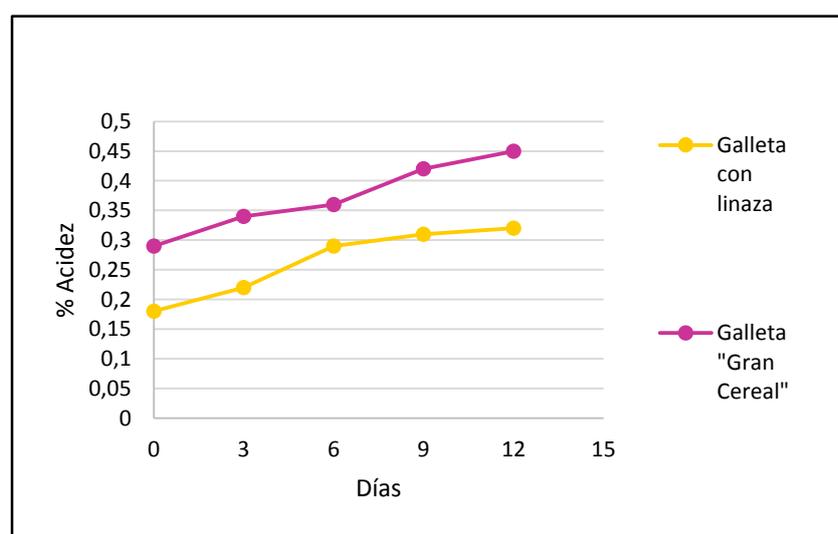


Figura 85. Acidez en función al tiempo.

Interpretación: De la tabla 83 y figura 85, se observa que en condiciones aceleradas de almacenamiento para las galletas, el valor de acidez para este tipo de galletas supera el límite máximo de 0,10 % establecido en la norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería RM N° 1020 – 2010/ MINSA. El aporte de la acidez natural de la linaza en las galletas contribuyó a una rápida variación hasta el día 6 y a partir de allí su aumento fue más paulatino para los días 9 y 12, provocando un ligero descenso en el pH.

pH

Tabla 84

Comportamiento del pH durante 12 días de almacenamiento a temperatura acelerada, de las galletas con linaza y “Gran Cereal” clásica

Galleta / Días	pH				
	0	3	6	9	12
Galleta con Linaza (HT/HL 80:20)	6,66	6,72	6,83	6,78	6,67
Galleta “Gran Cereal” clásica, con cereales y fibra	6,71	6,85	7,13	7,03	6,96

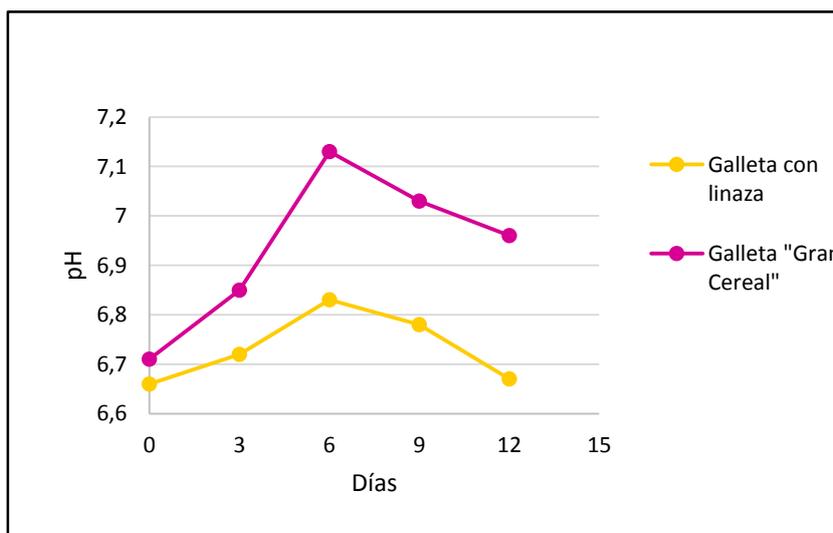


Figura 86. pH en función al tiempo.

Interpretación:

De la tabla 84 y figura 86, se observa que los resultados obtenidos de pH de las galletas almacenadas en condiciones aceleradas de 40 °C el pH presentó una rápida variación de forma creciente hasta el día 6 y a partir de allí fue de forma decreciente para los días 9 y 12.

Humedad

Tabla 85

Comportamiento de la humedad durante 12 días de almacenamiento a temperatura acelerada, de las galletas con linaza y "Gran Cereal" clásica

Galleta /Días	Humedad (%)				
	0	3	6	9	12
Galleta con Linaza (HT/HL 80:20)	2,57	2,54	2,60	2,61	2,64
Galleta "Gran Cereal" clásica, con cereales y fibra.	3,58	3,60	3,61	3,97	4,11

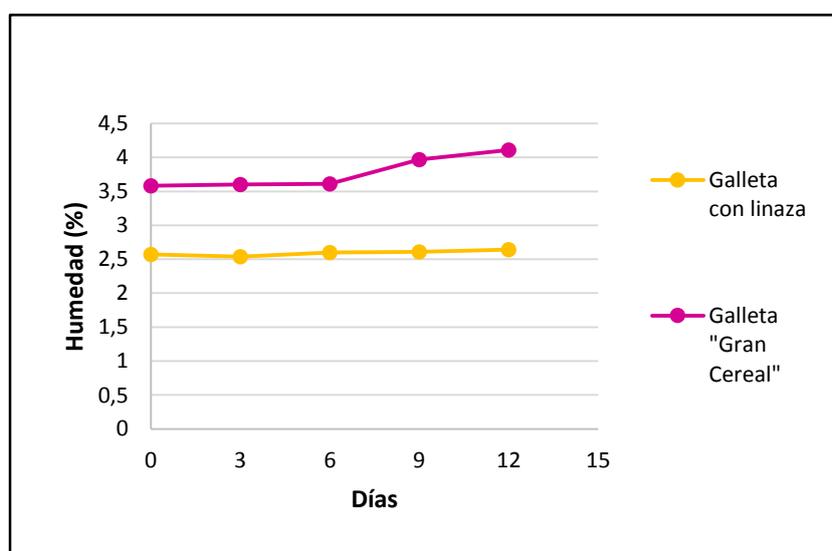


Figura 87. Humedad en función al tiempo.

Interpretación:

De la tabla 85 y figura 87, se observa que en condiciones aceleradas de almacenamiento para las galletas, el contenido de humedad presentó una variación reducida que osciló de 2,57 % a 2,64 %; no superando el límite máximo de 12 % establecido por la norma NTP 206.11:2016. La variación de humedad es posiblemente atribuida a la habilidad que poseen las galletas de absorber humedad del medio externo y al tipo de empaque (lámina bilaminada impresa de gramaje 34,77 g/m² para la galleta con linaza y BOPP impreso/ BOPP metalizado de gramaje 36,25 g/m² para la galleta comercial) y sellado empleado.

Finalmente después de evaluar las características fisicoquímicos del producto, se tuvo como resultados que el parámetro de mayor importancia en el estudio de la vida útil de las galletas fue el índice de peróxido porque presentó mayores incrementos durante su almacenamiento a 40 °C comparado a las variaciones de acidez y pH, y de humedad, la cual sólo aumento de 2,57 % a 2,64 %; no superando el límite máximo de 12 % establecido por la norma NTP 206.11:2016.

4.3.7.4 Análisis microbiológico

No se evidenció crecimiento microbiano de hongos y levaduras durante el tiempo de estudio en condiciones aceleradas, durante el cual se mantuvo su calidad higiénica, no presentando contaminación alguna (Ver apéndices 5, 6, 7 y 8).

4.4 Balance De Materia Del Producto Final

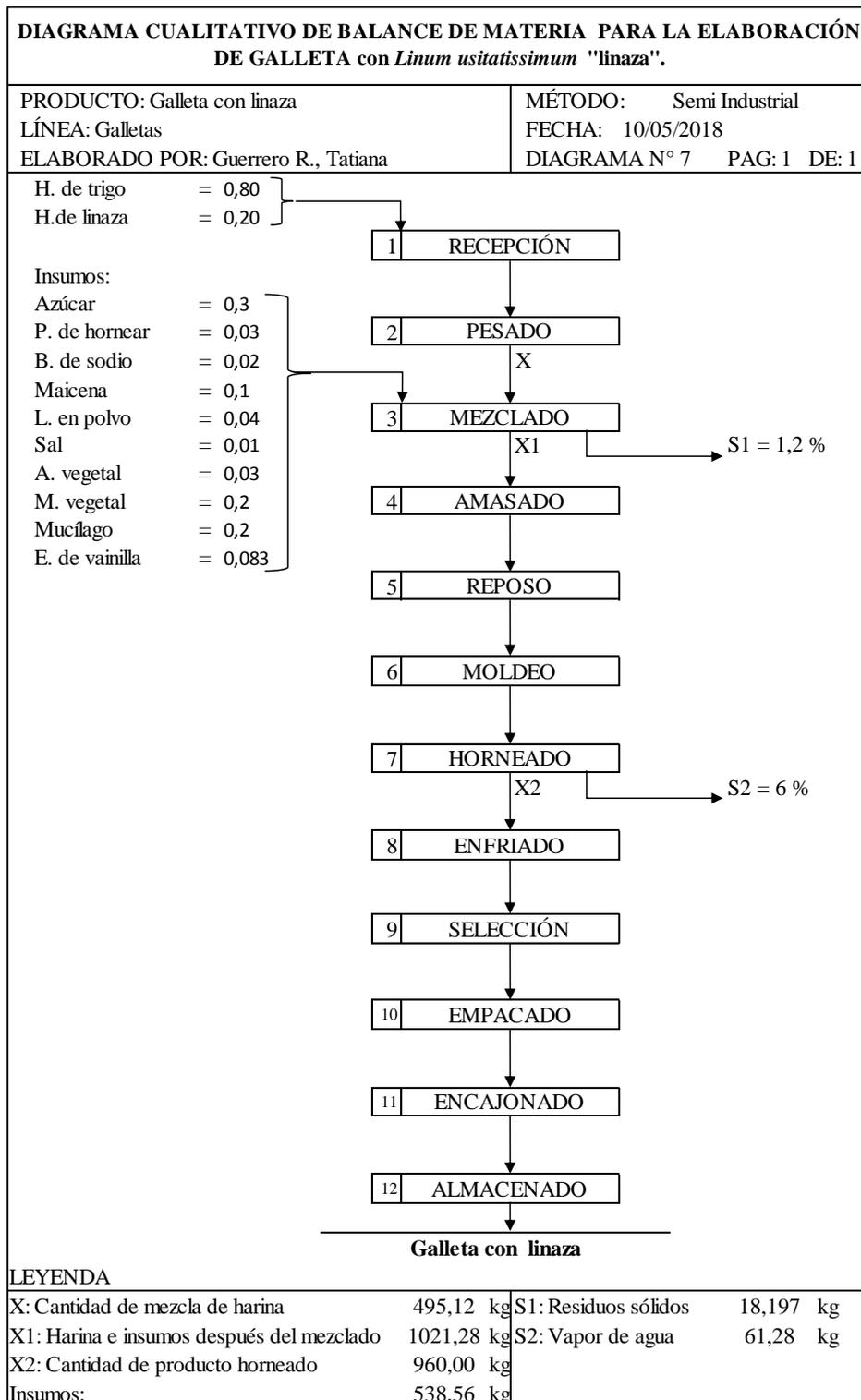


Figura 88. Diagrama de Balance cualitativo de materia para la elaboración de galleta con *Linum usitatissimum* "linaza".

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1 Información técnica

Los porcentajes de pérdidas de la materia prima en las operaciones de procesamiento fueron:

Tabla 86

Porcentajes de pérdidas de la materia prima

Operación	Material	Pérdidas (%)
Mezclado	Residuos sólidos	1,2
Horneado	Vapor de agua	6
Total		7,2 %

Las especificaciones técnicas de la galleta con linaza en empaques de 40 g son:

Tabla 87

Especificaciones técnicas de la galleta con linaza

Producto	Contenido (g/ paquete)	Denominación comercial			
		Material	Dimensiones (cm)	Peso g/ paquete	Paquetes por caja
Galleta con linaza	40	BOPP	8,5 x 15	0,93	60

Para el proceso de elaboración de la galleta con linaza, se realizó el balance de materia para las etapas de mezclado y horneado, en función de la información técnica registrada para elaborar 400 cajas mensuales.

Subsistema 1

Envasado: 24000 paquetes

Galletas: 960 kg

Subsistema 2

$E = S$

$X1 = X2 + S2$

$X1 = 960 + 6 \% X1$

$$0,94 X1 = 960$$

X1 = 1021,2766 kg cantidad de harinas e insumos después del mezclado.

Subsistema 3

$$E = S$$

$$X + \text{Insumos} = X1 + S1$$

$$X + 538,560 = 1021,2766 + 1,2 \% (X + 538,560)$$

$$X = 482,7166 + 0,012X + 6,46$$

$$0,988 X = 489,179$$

X = 495,12 kg cantidad de mezcla de harinas.

4.5 Balance De Energía Del Producto Final

Para efectuar los cálculos de energía en el proceso de horneado se consideró la siguiente ecuación general:

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

Dónde:

- Q_T : Cantidad de calor total consumido durante el proceso de horneado
- Q_1 : Cantidad de calor necesario para elevar la temperatura del producto hasta la temperatura final programada.
- Q_2 : Cantidad de calor para eliminar agua en el producto.

Cantidad de calor sensible necesario para elevar la temperatura del producto hasta la temperatura final programada (Q_1):

$$Q_1 = m_p \times C_p (T_{sp} - T_{ip}) + m_{ap} \times C_p H_2O (T_{sp} - T_{ip})$$

m_p = masa del producto final en kg.

C_p = calor específico de la galleta kJ/kg °C

T_{sp} = temperatura de salida del producto en °C.

T_{ip} = temperatura inicial del producto en °C.

m_{ap} = masa de H₂O en el producto seco.

$$Q_1 = 960 \text{ kg} \times 1,289 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (170 - 21)^\circ\text{C} + 0,00175 \text{ kg} \times 4,182 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (170 - 21)^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 184379,6505 \text{ kJ}$$

Cantidad de calor para eliminar agua en el producto (Q_2):

$$Q_2 = m_{(H_2O)ev} [h_{vap} + C_{p_{aire}} (T_{saah} - T_{ia}) + C_{p_{H_2O}} (T_{ia} - T_{ip})]$$

Dónde:

- $m_{(H_2O)ev}$ = masa de agua evaporada.
- h_{vap} = entalpía de vaporización del H₂O.
- $C_{p_{aire}}$ = calor específico del aire.
- T_{saah} = temperatura del aire de salida del horno.
- T_{ia} = temperatura de entrada alrededor del horno.

$$Q_2 = 0,06128 \text{ kg} [2257 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 1,005 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} (170 - 55)^\circ\text{C} + 4,182 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (55 - 21)^\circ\text{C}]$$

$$Q_2 = 154,104 \text{ kJ}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$Q_T = 184379,6505 \text{ kJ} + 154,104 \text{ kJ}$$

$$Q_T = 184533,75 \text{ kJ}$$

Teniendo en cuenta que el proceso de horneado fue de 20 minutos, entonces la cantidad de energía requerida para la elaboración de la galleta fue:

$$\frac{184533,75 \text{ kJ}}{1200 \text{ seg}} = 153,78 \text{ kW}$$

4.6 Costos Directos Del Producto Final

4.6.1 Costos directos de fabricación

4.6.1.1 Descripción de la empresa

- Producción mensual: 400 cajas (60 unidades/ caja)
- Producción diaria (20 días de labor/ mes): 20 cajas/ día

- Número de trabajadores: 6 personas
- Programa de producción: 400 cajas mensuales

4.6.1.2 Materia prima e insumos

Tabla 88
Costos de materia prima e insumos

Entradas						
	%			Unid. de medida	Costo unitario	Costo variable total
Harina de trigo	80	396,096		kg	2,7	1069
Harina de Linaza	20	99,024	495,12	kg	15	1485
Gel de linaza	20	99,024		L	3,5	347
manteca vegetal	20	99,024		kg	10	990
A. de Girasol	3,5	17,3292		L	5,5	95
Azúcar	30	148,536		kg	2,5	371
Maicena	10	49,512		kg	10	495
Leche en Polvo	3,5	17,3292		kg	19	329
Polvo de hornear	3	14,8536		kg	7	104
Bicarbonato	2,5	12,378		kg	3,4	42
Sal	0,9	4,45608		kg	1	4
Esencia de vainilla	8,3	41,09496		L	12	493
Total de entradas		998,65704				5826

4.6.1.3 Mano de obra

Se requiere la participación de 6 personas: 1 Jefe de planta y 5 operarios

Tabla 89
Costos de mano de obra

Trabajadores	Cantidad	Salario	
		Unitario	Costo total
Jefe de producción	1	2000	2000,00
Operarios	5	930	4650,00
		Total	6650,00
Materia prima e insumos			5826,00
Mano de obra			6650,00
CD (S/.)			12476,00

4.6.1.4 Costos directos de fabricación

Tabla 90
Costos directos de fabricación

Equipos y materiales	Cant.	Precio (S/.)	Costo (S/.)	vida útil (años)	Depreciación	
					Anual (S/.)	Mensual (S/.)
Cocina industrial	1	1600	1600	10	160	13,33
Mesa de acero inox.	1	850	850	10	85	7,08
Balanza (0 - 5 kg)	1	20	20	10	2	0,17
Ollas industriales	3	260	780	10	78	6,50
Refrigeradora	1	3500	3500	10	350	29,17
Molino de granos	1	850	850	10	85	7,08
Horno rotatorio	1	27000	27000	10	2700	225,00
Balanza (300 kg)	1	400	400	10	40	3,33
Balanza (0 - 200 g)	1	50	50	10	5	0,42
Amasadora	1	2500	2500	10	250	20,83
Tamiz para harina	3	50	150	10	15	1,25
Máquina galletera	1	15000	15000	10	1500	125,00
Latas para horno	12	15	180	10	18	1,50
Coche para horno	4	50	200	10	20	1,67
Cámara de reposo	1	1900	1900	10	190	15,83
Mesa de acero inox.	4	850	3400	10	340	28,33
Tina de acero inox.	4	200	800	10	80	6,67
Paletas de plástico	6	15	90	5	18	1,50
Selladora	2	65	130	5	26	2,17
Termómetro	3	80	240	5	48	4,00
Unif. de trabajo	12	50	600	2	300	25,00
Eq. de seguridad	1	100	100	2	50	4,17
Total					6360	530,00

TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS

Donde la empresa genera anualmente:

Depreciación mensual	530,00
Limpieza y desinfección	20,00
Reparación y manteniendo	15,00
Servicios de luz y agua	200,00
CI (S/.)	765,00

4.6.1.5 Gastos de periodo

Sueldo de administrador	650,00
Alquiler de local	300,00
Material administrativo	30,00
GP (S/.)	980,00

4.6.1.6 Costo total de fabricación

Costos directos	12476,00
Costos indirectos	765,00
Gastos de periodo	980,00
CTF (S/.)	14221,32

4.6.1.7 Costo unitario de producción

$$CU = \frac{CTF}{P. \text{ mensual}}$$

$$CU = \frac{14221,32}{24000} = 0,59 \text{ soles /paquete}$$

CONCLUSIÓN: Si la empresa vende a 1,00 soles/paquete. Su margen de ganancia por paquete será de 0,41. Obtendremos el margen de ganancia por cada caja será de 24,6. Si mensualmente esta empresa lograra vender toda la producción de galletas el margen de ganancia será de:

400 cajas x S/. 24,6/ caja = S/. 9840,00/mes

4.6.1.8 Punto de equilibrio

i Costos fijos

Mano de obra directa	6650,00
Gastos indirectos	765,00
Gastos de periodo	980,00
<hr/> GP (S/.)	<hr/> 8395,00

ii Costos variables

Materia prima e insumos	5826,00
<hr/> GP (S/.)	<hr/> 5826,00

iii Costo variable unitario

$$CVU = \frac{CVT}{P. mensual}$$

$$CVU = \frac{5826,00}{24000}$$

$$CVU = 0,24 \text{ soles}$$

iv Cálculo del punto de equilibrio

$$PE = \frac{CF}{P.V - CVU}$$

$$PE = \frac{5826,00}{1,00 - 0,24}$$

$$PE = 7665,8 \text{ bolsas (127,8 cajas)}$$

CONCLUSIÓN: La empresa debe vender 7665,8 empaques al mes, lo cual sería aproximadamente 127,8 cajas/ mes en promedio, lo que representaría el 31,95 % de su producción mensual.

CAPÍTULO V. DISCUSIONES

Después de acondicionar el grano de linaza, se observó una gran variación del % humedad de la semilla de 6,95 % a 2 %, valor que resultó ligeramente menor en comparación a lo expuesto por Figuerola, Muñoz y Estévez (2008) en el artículo de investigación “La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos”, los autores indican que para mejorar el rendimiento del descascarado de la semilla es necesario acondicionar el grano mediante un secado hasta 2,7 % de humedad, ya sea en horno caliente a 52 °C por 72 horas, por microondas o en lecho fluidizado.

La humedad de la semilla antes del secado está dentro de los parámetros establecidos por Morris (2007) en el artículo de investigación “Linaza: una recopilación sobre sus efectos en la salud y nutrición”, donde la semilla de linaza canadiense estudiada resultó de 6 % a 9 %; resultado similar a los de Silva, Gallardo y Pascual (2013) en su artículo de investigación “Caracterización físico-química del aceite de linaza (*Linum usitatissimum*) del departamento de Cajamarca, Perú.”, donde la semilla de linaza peruana estudiada resultó con 6,92 % de humedad.

Figuerola, Muñoz y Estévez (2008) en el artículo de investigación “La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos”, señalan que la linaza contiene algunos compuestos antinutricionales; principalmente la linustatina y neolinustatina, y pequeñas cantidades de linamarina y lotasutralina. A la vez se menciona que el tostado en microondas y la ebullición en agua reduce la aparición de cianuro en un 83 % y 100 %, respectivamente. En comparación a los autores se realizó un secado en estufa a temperatura de 150 °C por 10 minutos y no en microondas.

Los resultados de humedad de la harinas de linaza (FP 13/11/15 y FP 13/09/16) de 0,92 % y 0,11 % el mismo día de producción de la harina son similares al de la harina de linaza estudiada por Chumpitaz y Guzmán (2007) en la Tesis titulada “Efecto de la ingesta de una

papilla preparada con harina de linaza sobre el índice peso para la talla en lactantes alto andinos de Huánuco, 2006.”, donde la humedad resultó 0,83 %.

La acidez de las harinas de linaza elaboradas (FP 13/11/15 y FP 13/09/16) fue similar al de la harina de linaza comercial “Naturandes”, siendo 0,14%, 0,12% y 0,15 respectivamente, resultados bastante alejados al de la harina de linaza estudiada por Ticona (2006), siendo 1 %; sin embargo cumple con la especificación máxima de 0,4 % establecido en la Norma Sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación: RM451.2006/ MINSA.

Los resultados obtenidos en la composición proximal de la harina de linaza (FP 13/09/16) de 0,11 % de humedad; 19,65 % de proteína; 30,21 % de grasa; 3,36 % de cenizas; 29,20 % de fibra dietaria y 46,67 % de carbohidratos totales; en su mayoría están bastante próximos a los datos presentados por Morris (2007) para la linaza café canadiense, siendo de 7,7 % de humedad; 20 % de proteína; 41 % de grasa; 3,4 % de ceniza y 28 % de fibra dietética total; y por Silva, Gallardo y Pascual (2013) en el artículo de investigación “Caracterización físico-química del aceite de linaza (*Linum usitatissimum*) del departamento de Cajamarca, Perú.”, donde la semilla de linaza peruana estudiada resultó con 6,92 % de humedad, 21,25 % de proteína; 41,43 % de grasa; 4,33 % de ceniza; 8,52 % de hidratos de carbono y 17,54 % de fibra.

El resultado de humedad de la harina de linaza (FP 13/09/16) 0,11 % está bastante alejado de los datos por Morris (2007) y Silva, Gallardo y Pascual (2013) de: 7,11 % y 6,92 % respectivamente.

Por su parte López (2010), se refiere a la semilla de linaza como una semilla oleaginosa, que contiene un 40 % de aceite, del cual el 95 % son ácidos grasos insaturados y de este 95 %, el 55 % corresponde a ácidos grasos omega-3. Además contiene 20 % de proteínas, 27 % de fibra dietética y el 2 % de antioxidantes polifenólicos, en los que se incluyen los fitoestrógenos,

específicamente lignanos; Colonia (2012), reporta los datos de la composición proximal de la linaza proveniente del departamento de Junín, adquirida en el Mercado Mayorista N°1 (La Parada), siendo de: 20 % de proteína; 40,8 % de grasa total; 29,2 % de carbohidratos y 28 % de fibra dietética total. Morris (2007) hace mención a lo siguiente:

La composición de la linaza puede presentar variaciones dependiendo de la genética, el medio ambiente, el procesamiento de la semilla y el método de análisis utilizado. Cabe destacar que el contenido de proteína se reduce en medida que se incrementa el contenido de aceite. (p.10)

Respecto a la calidad sensorial de la harina de linaza, Figuerola, Muñoz y Estévez (2008) mencionan que la harina tiene agradables características sensoriales como sabor a nuez, color dorado, buena textura que la hacen atractiva como ingrediente de diversos alimentos. A la vez durante su elaboración se generan compuestos volátiles y se liberan algunos compuestos fenólicos que le dan un suave amargor. Las características mencionadas por los mismos autores fueron similares en las harinas de linaza elaboradas en el 2015 y 2016.

Figuerola, Muñoz y Estévez (2008) recomiendan que la semilla de linaza se consuma molida porque en ese estado su digestibilidad y biodisponibilidad de sus componentes son mayores, los autores mencionan que las semillas enteras tienden a pasar por el tracto gastrointestinal sin ser digeridas debido a que la cubierta de la semilla es resistente a la acción de las enzimas digestivas. A la vez señalan que la masticación destruye en cierto grado la cubierta de la semilla y expone los nutrientes del interior a la acción digestiva. Aunque por lo antes mencionado, se recomienda el consumo habitual de linaza molida, la semilla entera proporciona una textura crocante a productos de repostería, cereales de desayuno, barras de cereales y ensaladas.

Los resultados de la temperatura óptima de la extracción del mucílago fue 90 °C por 10 minutos, lo cual coincide con lo descrito por Figuerola, Muñoz y Estévez (2008) “las condiciones óptimas para la extracción del mucílago de linaza son en agua entre 85 °C y 90 °C

con una relación de agua: semilla de 13:1” (p.55); y por Ostojich (2010) quien recomienda que el tiempo de cocción puede variar de 2 hasta 10 minutos.

Los resultados del pH del mucílago de linaza B y mucílago de linaza C están muy próximos a lo descrito por Figuerola, Muñoz y Estévez (2008), quienes señalan “las condiciones óptimas para la extracción del mucílago de linaza son: agua entre 85 °C y 90 °C a pH 6,5 a 7,0”. (p.55). Siendo de 6,95 y 7,21 para el tipo B extraído en agua a 85 °C y de 7,38 y 7,47 para el tipo C extraído en agua a 90 °C.

El mucílago de linaza o también llamado goma de linaza que se elaboró, presentó propiedades de ligazón con el aceite de girasol utilizado en la formulación de galletas y alta capacidad espesante en la etapa de mezclado para la elaboración de las galletas, lo cual se justifica en lo señalado por Figuerola, Muñoz y Estévez (2008) “La semilla de linaza tiene potencial para ser usada para la extracción de goma y para la producción de harina rica en proteínas y fibra. Las propiedades tecnológicas de la goma de linaza se relacionan con su alta capacidad espesante, espumante, de hinchamiento, de ligazón y emulsificante. La goma de linaza tiene propiedades que se asemejan mucho a las de la goma arábiga, las gomitas con mayor viscosidad intrínseca muestran mayor potencial para la estabilización de emulsiones aceite en agua” (p.56).

Durante el estudio del tiempo de vida útil de la mejor formulación de galleta con linaza, se observó que el parámetro de calidad: contenido del índice de peróxido se incrementa durante su almacenamiento a temperatura acelerada de 40 °C, debido a la progresiva saturación con oxígeno de las cadenas de ácidos grasos de la grasa de las galletas lo que conlleva a la rancidez oxidativa (Guardia, 2006).

Durante el almacenamiento la acidez titulable tiende a incrementarse en los productos horneados debido a las reacciones fisicoquímicas intrínsecas en estos productos (Guardia, 2006). Sin embargo, el aporte de la acidez natural de la linaza en las galletas contribuyó a una

rápida variación hasta el día 6 y a partir de allí su aumento fue más paulatino para los días 9 y 12; siendo de respectivamente, provocando un ligero descenso en el pH.

De la tabla 84 y figura 86, resultados obtenidos de pH de las galletas almacenadas en condiciones aceleradas de 40 °C, están bastante próximos a los datos obtenidos Alemán (2005), cuando elaboró galletas a base de harina de trigo y semillas de linaza, señalando que medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento de 30 días a temperatura ambiente, el pH en los diferentes tipos de galletas, no presentó variaciones, lo cual permitió concluir que la estabilidad de las galletas en función del pH no se afectó durante el periodo de estudio.

Los resultados obtenidos de la humedad de las galletas almacenadas en condiciones aceleradas están bastante alejados a los datos obtenidos por Alemán (2005), cuando elaboró galletas a base de harina de trigo y semillas de linaza, señalando que medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento de 30 días a temperatura ambiente, la humedad en los diferentes tipos de galletas, presentó variaciones; siendo el valor más alto el de 19,47 % para el día 30; 18,97 % para el día 15 y 18,52 % correspondiente al día 1. Por su parte Cabezas (2010) en la tesis “Elaboración y evaluación nutricional de galletas con quinua y guayaba deshidratada”, determinó 1,09 % de humedad en una galleta testigo y 1,34 % de humedad en la galleta al 25 % de quinua encontrándose ambos valores dentro de los requisitos establecidos en la NTE INEN 2085, en la cual se establece como valor máximo 10 %.

El recuento de hongos y levaduras menor a 10 UFC/ g de las galletas almacenadas en condiciones aceleradas de 40 °C por 12 días, estuvo por debajo de los valores máximos establecidos por NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los “Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano” que indica que el número de hongos y levaduras de 1000 UFC/ g. En los productos de galletería no se suelen presentar muchos problemas microbiológicos por dos razones; la falta de humedad y la alta concentración de azúcares. Los microorganismos no

encuentran la cantidad de agua necesaria para su crecimiento y aunque la consigan, la concentración de azúcares limita su desarrollo (Guardia, 2006).

La fibra dietaria de la galleta con linaza es de 27,33 % superior a la galleta de avena con microcápsulas de aceite de linaza al 5 % (0,61 %), vainilla (1,1 %), “Gran Cereal” (6,5 %) y a la galleta de trigo con linaza al 3 % (7,86 %), este aumento tiene lógica porque la harina de linaza tiene mayor contenido de fibra dietaria que la harina de trigo, siendo de 29,20 % (ver tabla 33) y 2,7 % (Reyes, *et al.*, 2009) respectivamente. Como ha señalado Quezada (2014) “la linaza entera o molida tiene un alto contenido de fibra dietética, soluble como insoluble, los tipos de fibra que se hallan en la linaza son principalmente la celulosa, mucílago y lignina”. El Consejo Canadiense de la linaza (2005) recomienda “para beneficiar de la linaza, hay que moler las semillas de linaza porque las semillas integrales pasarán por el sistema digestivo sin digerirlas” (p.2).

Como cualquier alimento fibroso, la linaza puede afectar a la digestión si añadimos demasiada cantidad a nuestra dieta. En una dieta equilibrada, el hecho de comer 5 g de aceite de linaza o 8 g de linaza molida diariamente nos dará bastante ácido alfa linolénico ($\omega 3$) para satisfacer las necesidades alimenticias (Consejo Canadiense de la linaza, 2005).

El contenido de grasa difiere entre la galleta con linaza (14,4 %), galleta de vainilla (12,7 %) y galleta de trigo con linaza entera (10,31 %), esto se debe a que la harina de linaza tiene mayor contenido lipídico que la harina de trigo; siendo de 30,21 % (ver tabla 32) y 2 % (Reyes, *et al.*, 2009) respectivamente. Estos resultados indican que mientras mayor es el grado de sustitución con linaza mayor es el contenido de grasa, lo cual podría justificarse en lo dicho por Alemán (2005), quien señala que la linaza es rica en grasa de excelente calidad, encontrándose en cantidades de 41 % aproximadamente.

El contenido en carbohidratos disponibles de 45,17 % fue menor en comparación con las demás galletas, respecto a la galleta de trigo con linaza entera (51,1 %), Gran Cereal (56,7 %),

avena (61,58%) y vainilla dulce (73,8 %). Estas diferencias tienen lógica si se toma en cuenta que la harina de linaza contiene una baja cantidad de carbohidratos (ver tabla 32); mientras que la harina de trigo la cual es el principal componente en las formulaciones base de las galletas, aporta 73,6 % de carbohidratos disponibles según Reyes, *et al.*, (2009). Al respecto, Juárez, Bárcenas y Hernández (2014) en el artículo de investigación “El grano de trigo: características generales y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento”, señalan:

Los hidratos de carbono constituyen del 77 % al 87 % de la materia seca total y son los componentes más importantes, de los cuales el 64 % es almidón y el resto, carbohidratos solubles e insolubles que constituyen la fibra dietética (p. 81).

Relacionado a ello, Silva, Gallardo y Pascual (2013) en el artículo de investigación “Caracterización físico-química del Aceite de Linaza (*Linum usitatissimum L.*) del Departamento Cajamarca, Perú”, determinaron que la semilla de linaza tiene 8,52 % de carbohidratos disponibles y 17,54 % de fibra dietaria; mientras Morris (2007) señala que la semilla de linaza canadiense es baja en carbohidratos (azúcares y almidones), suministrando únicamente 1 g/100 g.

El valor encontrado de ácido alfa linolénico (AAL) en la galleta con linaza (2,5 %) es superior al reportado por Alemán (2005), que presenta 0,43 % de AAL y por Morones (2012), que presenta 1,08 % de AAL. Estas diferencias tienen lógica si se toma en cuenta que la harina de linaza contiene 23,08 % de AAL, la semilla entera 22,78 % y el aceite de linaza 57 % (Morris, 2007).

En la tabla 77, contenido de ácidos grasos en 100 g de galleta con linaza, se observa la alta proporción del ácido alfa linolénico $\omega 3$ (2,5 %) en relación al ácido linoleico $\omega 6$ (0,2 %). La proporción de $\omega 6 / \omega 3$ es de 0,08; valor menor a lo señalado por Morris (2006), quien menciona:

Debido al alto contenido de AAL, la linaza tiene una proporción de ácidos grasos omega-6/omega-3 de 0,3:1. Se les recomienda a los consumidores que incrementan su consumo de grasa

omega-3 debido a que la dieta típica del mundo occidental es alta en grasas omega-6 y baja en grasas omega-3, comparada con la dieta paleolítica de la cual evolucionaron los humanos. Un consumo menor de grasas omega-6 y mayor de grasas omega-3, puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades crónicas como enfermedades del corazón, embolias y el cáncer (p.1).

Como ha señalado López (2010) “la linaza es la única semilla en que el contenido de ácido graso omega-3 supera considerablemente el contenido de ácidos grasos omega-6” (p.8).

Una de las características de la galleta con linaza al 20 % es que al contener 2,5 g de ALA por 100 g de producto, el contenido de ALA por porción de 40 g sería de 1 g. Canadá recomienda un consumo total de Ω -3 de 1,2 - 1,6 g/d, pero no se distingue a los AG Ω -3 de manera individual. El Reino Unido tampoco lo hace y recomienda que el 1 % de la energía provenga del ALA y 0,5 % del EPA y DHA combinados. El Comité en Aspectos Médicos de Política Alimenticia recomienda que el consumo combinado de EPA y DHA sea de 0,2 g/d. Australia ha recomendado que deben hacerse incrementos moderados en el consumo de AG Ω -3 vegetales y animales. La OMS recomienda una proporción de 5 - 10:1 y recientemente Japón recomienda 4:1 a 2:1. Debido a la competencia entre los ácidos grasos Ω -6 y Ω -3 de las enzimas desaturadas y elongadas, la cantidad de ácido linoleico en la dieta puede afectar el grado en el cual el ALA es convertido a EPA y DHA (Castro, 2002).

Al respecto, El Instituto de Medicina de Estados Unidos (2005) señalado por Ticona (2006) en la tesis “Elaboración de Pan con linaza”, recomienda un consumo aproximado de ácidos grasos omega 3 del 1,3 g a 1,8 g/ día para el hombre y 1,0 g a 1,2 g/ día para la mujer.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

A partir de los resultados de la investigación se considera al 20 % una sustitución adecuada de harina de trigo por harina de linaza y el 20 % de mucílago de linaza un ingrediente adecuado para ser incorporado en las formulaciones de galletas, resultando la más preferida en relación al tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 4; respecto al olor, sabor y textura. Además tiene un tiempo de vida útil de 53 días a 22 °C y de 17 días a 40 °C.

Es factible la obtención de mucílago y harina de linaza con buenas características fisicoquímicas y química proximal para ser empleados en la elaboración de galletas. La condición óptima para la extracción del mucílago de linaza en agua fue a 90 °C por 10 minutos; presentó propiedades de ligazón con el aceite de girasol utilizado en la formulación de galletas y alta capacidad espesante en la etapa de mezclado para la elaboración de las galletas. Además presentó la capacidad de formar geles firmes termo-reversibles de establecimiento en frío a pH entre 7,38 y 7,47. La composición química proximal de la harina de linaza (FP. 13/09/16) fue: humedad 0,11 %, acidez 0,12 %, proteína 19,65 %, grasa 30,21 %, carbohidratos 17,47 %, fibra dietaria 29,20 % y cenizas 3,36 %, intensificándose principalmente los contenidos de proteína, grasa y fibra dietaria.

A través del análisis de la varianza del tiempo de horneado y la humedad de la galleta horneada para cada tipo de formulación se determinó que existe diferencia significativa para los tratamientos T1, T2 T3 y T4 con un nivel de significancia del 5 %. Por la comparación de promedios con la prueba de tukey para el tiempo de horneado al mismo nivel de significancia, se determina que existen tres rangos de medias para los tratamientos; T1 y T2 se encuentran dentro de un mismo rango, prevaleciendo T2 25,67 min, seguido de T3 21,67 min y T4 19,33 min. Para la humedad al mismo nivel de probabilidad, se determina que existen tres rangos de medias para los tratamientos; prevaleciendo T3 3,04 %; ya que a menor valor de humedad en

el producto, existe mayor seguridad en la conservación del producto terminado; seguido de T2 3,81 % y T4 4,12 %; y T1 5,32 %. Por lo tanto se puede deducir que el tiempo de horneado está influenciado por la interacción de la composición de los ingredientes con la adición de la harina de linaza y mucílago de linaza al 20 %; y la humedad en el producto terminado depende de un tiempo óptimo de cocción de las galletas.

Los resultados de la evaluación sensorial, demuestran que existe diferencia significativa entre los atributos evaluados de color, olor, sabor y textura de las galletas del T1, T2, T3 y T4. Por lo tanto se puede decir que existe evidencia estadística para afirmar que cada atributo fue de gran importancia en la decisión de preferencia general. A través de la comparación de promedios con la prueba de Tukey ($p < 0,05$) se determinó que la formulación T4 fue la de menor preferencia, seguido de T1, T2 y la de mayor preferencia T3.

A través de la Prueba de Friedman ($p < 0,05$), se determinó que las características sensoriales de las galletas con linaza tuvieron buena aceptación, resultando la mejor aceptada T3 en relación a T1, respecto al color, olor, sabor y textura; a T2 y T4, respecto al olor, sabor y textura. Por otro lado se verificó que no hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los promedios obtenidos de calidad que representa el atributo olor y sabor, en la galleta con linaza T3 y galleta comercial "Gran cereal".

El tiempo de vida útil de la mejor formulación de la galleta con linaza está en función a las características fisicoquímicas, siendo el parámetro de mayor importancia el índice de peróxidos.

La composición química proximal de la galleta con linaza a una sustitución de 20 % de harina de trigo fue: humedad 1,75 %; proteína 10,24 %; grasa 14,40 %; carbohidratos 45,17 %; fibra dietaria 27,33 %; cenizas 1,11 %; índice de peróxido 3,38 % y con una densidad energética de 351.24 kcal/ 100 g. Del total de grasa que contiene la galleta con linaza, la grasa saturada representa 24,30 %; monoinsaturada 23,61 % y poliinsaturada 18,75 %; en la que el

contenido de ácido alfa linolénico ($\omega 3$) es 17,36 % y ácido linoleico ($\omega 6$) es 1,39 %; por lo tanto, la proporción $\omega 6/ \omega 3$ es de 0,08.

6.2 Recomendaciones

Desde el punto de vista de la calidad de la linaza, se recomienda evaluar el contenido de peróxidos de la linaza, por ser uno de los parámetros de mayor importancia en estudio de vida útil del producto final.

Se recomienda en próximas investigaciones relacionadas con galletas ricas en linaza, evaluar el efecto de utilizar diferentes porcentajes del mucílago de linaza y realizar un método instrumental para la medición de la textura a fin de conocer si existe similitud con los resultados de una evaluación sensorial y si este se incrementa a medida que aumente el porcentaje de sustitución con linaza en las galletas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Depositphotos*. (15 de agosto de 2015). Recuperado el 11 de febrero de 2018, de <https://sp.depositphotos.com/80825218/stock-photo-wheat-flour-in-bowl-on.html>
- La Página de Bioquímica Médica*. (6 de abril de 2015). Recuperado el 20 de enero de 2018, de <http://themedicalbiochemistrypage.org/es/index.php>
- Descifrado*. (21 de noviembre de 2017). Recuperado el 11 de diciembre de 2017, de <http://www.descifrado.com/2017/11/21/gobierno-afirma-abastecimiento-trigo-esta-garantizado-abril-2018/>
- Alemán, G. (2005). *Evaluación físico-química y sensorial de galletas de trigo y linaza (Linum usitatissimum) como fuente de fibra dietética y ácido alfa-linolénico*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Ampuero, D. (2011). *Determinación de la capacidad de Lactobacillus casei y Lactobacillus acidophilus para liberar lignanos a partir de harina de linaza*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Alimentos. Chile: Universidad Austral de Chile.
- Arisaca, P., Choquehuanca, V e Ibañez, V. (2016). Efecto del enriquecido y fortificado con hierro y ácido linolénico en el pan blanco. *Investigaciones Altoandinas*, 18(2), pp.169 – 178.
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. (Cuarta ed., Vol. IV). México: PEARSON.
- Baltic Control CMA S.A. (2016). *Informe de Ensayo N°5616/2016.A Galleta con Linaza*.
- Baltic Control CMA S.A. (2016). *Informe de Ensayo N°5617/2016.A Harina de Linaza de Variedad Nacional*.
- Bayer. (s.f). Linaza (*Linum usitatissimum*). *Crop Science Chile*.
- Bilbao, B y Moragas, M. (2015). *NORMAS MICROBIOLÓGICAS DE LOS ALIMENTOS*. pp.8.

- Boluda, C., Duque, B., Gulyas, G., Aragón, Z., Duque, A y Díez, F. (2006). Lignanos (3): enterolignanos y actividad estrogénica. *Fitoterapia*, 6(1), pp.45 -57.
- Bruno, A. (01 de enero de 2018). *Trigos Antiguos*. Recuperado el 19 de febrero de 2018, de <http://albertbrunollach.com/es/grano-2/>
- Cabezas, A. (2010). *Elaboración y evaluación nutricional de galletas con quinua y guayaba deshidratada*. Tesis de Grado previa la obtención del título de Bioquímico Farmacéutico. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Carbajal, A. (2013). Manual de Nutrición y dietética. pp.1-3. Madrid.
- Carvalho, R. (14 de junio de 2015). *Naturopatia Plena*. Recuperado el 04 de octubre de 2017, de <http://naturopatiaplena.blogspot.pe/?view=magazine>
- Castro, M. I. (2002). Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes. *Interciencia*, 27(3), 134.
- Cazabonne, C. (29 de junio de 2010). El Lino (*Linum Usitatissimum*). *La Jornada*.
- Chumpitaz, L y Guzmán, J. (2007). *Efecto de la ingesta de una papilla preparada con harina de linaza sobre el índice peso para la talla en lactantes altoandinos de Huánuco, 2006*. Tesis para optar el Título de Licenciado en Nutrición. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Codex Alimentarius. (1985). CODEX STAN 152-1985 Norma para la harina de trigo.
- Colonia, R. A. (2012). *Efecto del consumo de linaza (*Linum usitatissimum*) sobre el perfil lipídico de adultos aparentemente sanos*. Tesis para optar el Título de Licenciado en Nutrición. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Consejo Canadiense de la linaza. (2005). Linaza Canadiense, un alimento saludable. pp.1-4.
- Costa. (10 de diciembre de 2017). *Galleta Gran Cereal Clásica de 40 g*.
- De la Cruz, W. (2009). *Complementación proteica de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y suero en pan de molde y tiempo*

- de vida útil*. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Díaz, L., Acevedo, I y García, O. (2013). Evaluación fisicoquímica de galletas con inclusión de harina de bleo (*Amaranthus dubius* Mart). *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 1(1), pp.1 – 17.
- Durán, J. (2014). *Comparación de ácidos grasos omega 3, 6 y 9 en la semilla de lino (Linum usitatissimum) ecuatoriana y canadiense por cromatografía de gases* . Tesis para optar el título de Licenciada en Ciencias Químicas con mención en Química Analítica. Ecuador: Pontifica Universidad Católica Del Ecuador.
- ElHerbolario.com. (2017). Semillas de lino. Recuperado el 6 de enero de 2018, de <http://elherbolario.com/plantas-medicinales/item/880-Semillas-de-lino>
- FAO. (2002). Nutrición humana en el mundo en desarrollo N°26. Cereales, raíces feculentas y otros alimentos con alto contenido de carbohidratos. 265-271.
- Figuerola, F; Muñoz, O & Estévez, A. (2008). La Linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos. *AGRO SUR*, 36(2), 49-58.
- Gallego, W. (2008). Manual de Parámetros Técnicos para el cultivo del lino (*Linum Usitatissimum*) en el Ecuador. Ecuador: Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA).
- Hernández, M. (2014). *Efecto quimioprotector de la linaza (Linum usitatissimum L.) sobre estadios tempranos de cáncer de colon* . Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias de los Alimentos. México: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Herrera, V. J. (2011). *Influencia de las harinas de trigo, plátano y haba en la elaboración de galletas integrales*. Tesis para el obtener el Título de Ingeniero Agroindustrial. Ecuador: Universidad Técnica del Norte.

- Igor, J. & Andrea, V. (2010). Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochomis* sp.). Facultad de Ciencias Agropecuarias. 8(2), 50 - 51. Colombia.
- INACAL. (2016). *Norma Técnica Peruana NTP 2016.001: 2016 PANADERÍA, PASTELERÍA Y GALLETERÍA. Galletas. Requisitos, 2º Edición.*
- INEI. (s.f.). Producción de harina de trigo.
- INEI. (s.f.). Producción de linaza.
- InfoAgro. (s.f.). El cultivo del lino. pp.1-3.
- Islas, A., Hernández, A., Calderón, A., Ballesteros, M., Granados, M. y Vásquez, F. (2012). Formulación y elaboración de pastelillos tipo brownies con más fibra y menos calorías que los convencionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 62(2), 185-191.
- Jiménez, F. (2000). *Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado*. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Juárez, Z., Bárcenas, M y Hernández, L. (2014). El grano de trigo: características generales y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*. 8(1), pp.79 – 83. México.
- Lara, I. (2015). *Diseño de pan con masa madre y microalgas. Trabajo de fin de grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.*
- Llerena, K. (2010). *Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboración de galletas, para los niños del parvulario de la E.S.P.O.CH*. Tesis para optar el título de Licenciada en Gestión Gastronómica. Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.

- López, L. (2010). *Caracterización de distintas variedades de linaza (Linum usitatissimum L.) mediante la determinación del contenido de materia grasa y perfil lipídico*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Alimentos. Chile: Universidad Austral de Chile.
- Marchese, P. (29 de marzo de 2018). *Los sitios de la Cocina de Pasqualino Marchese*. Recuperado el 05 de abril de 2018, de http://www.pasqualinonet.com.ar/las_harinas.htm
- Martín, C & Díaz, J. (2015). Nutrición y dietética. Cereales y dulces. Difusión de avances de Enfermería. pp.6-7.
- Mejía, F. (2014). *Propiedades físicas y reología de los alimentos*. Recuperado el 6 de setiembre de 2016, de <http://es.slideshare.net/FernandoTorres34/reologia-37733042>
- Meneses, V. (1994). *Sustitución de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de frijol ñuña (Phaseolus vulgaris L.) en la elaboración de galletas dulces utilizando los métodos de horneado convencional y microondas*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentaria. Perú: UNiversidad Nacional Agraria La Molina.
- Ministerio de Agricultura. (2013). Trigo: Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva.
- MINSA. (2006). *Norma Sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación. RM451.2006*.
- MINSA. (2010). *Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería. RM N°1020: 2010*.
- Morones, R. (2012). *Efecto de la fortificación de galletas de avena con harina de lenteja y aceite de linaza y su impacto en la vida de anaquel*. Tesis para optar el título de Maestría en Ciencias con Acentuación en Alimentos. México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Morris, D. (2006). Nuevos datos de la linaza: Una elección inteligente. pp.1-3.

- Morris, D. (2007). Linaza: Una recopilación sobre sus efectos en la salud y nutrición. *Flax Counsil of Canadá*, pp. 9-21.
- Ostojich, Z. (2010). *Efecto del procesamientos caseros sobre algunos constituyentes funcionales de la linaza (Linum usitatissimum L.)*. Tesis para optar al grado académico de Magíster en Ciencia de los Alimentos. Venezuela: Universidad Simón Bolívar.
- Posada, C. (2011). *Recopilación de estudios de tiempos de vida útil de productos nuevos y ya existentes de la compañía de galletas Noel S.A.S*. Informe de práctica empresarial para optar el título de ingeniería de alimentos. Colombia: Corporación Universitaria Lasallista.
- QaliWarma. (2016). *Ficha técnica de productos. Harina de trigo fortificado*.
- Quezada, K. (2014). *Elaboración de una bebida funcional tipo “Refrescante” a base de linaza saborizada con piña: “Estudio de vida útil y aporte nutricional de la formulación”* . Tesis para optar el título de Ingeniera en Alimentos. Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
- Ramírez, J., Murcia, C. y Castro, V. (2014). Análisis de aceptación y preferencia de manjar blanco del valle. *Bioteología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 23.
- Reque, J. (2007). *Estudio de pre-factibilidad para la fabricación de harina de arroz y su utilización en panificación*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial. Perú: Pontifica Universidad Católica del Perú.
- Reyes, M., Gómez, I., Espinoza, C., Bravo, F & Ganoza, L. (2009). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. 8va edición*. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, Perú.
- Rodriguez, G. (2014). *Efecto de la sustitución de harina de trigo por una proporción de la mezcla harina de cáscara de papa: harina de papa (Solanum tuberosum pps) sobre el*

- color, textura, fibra y aceptabilidad general en galletas dulces*. Tesis para optar el título de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Salinas, N y Romero, L. (2011). Perfil de los ácidos grasos presentes en galletas y mezclas para tortas en Venezuela. *Anales venezolanos*, 24(2), pp. 78 – 85.
- Sánchez, E. (15 de agosto de 2008). *Chocolatisimo.com*. Recuperado el 20 de julio de 2017, de <http://chocolatisimo.com/amilosa-y-amilopectina/>
- Sebastián, P. (2007). *Disponibilidad y efectividad relativa de quelatos de zinc aplicados a suelos en un cultivo de lino (Linum usitatissimum L.) textil* . Tesis Doctoral. España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Silva, M., Gallardo, G y Pascual, G. (2013). Caracterización físico-química del aceite de linaza (*Linum usitatissimum*) del departamento de Cajamarca. pp.2-14.
- Tarancón, P. (2013). *Influencia de la grasa en las propiedades físicas y sensoriales de galletas. Alternativas para el perfil de ácidos grasos*. Tesis para optar el grado de Doctor. España: Universidad Potínfica de Valencia.
- Ticona, B. (2006). *Elaboración de pan con linaza (Linum usitatissimum)* . Tesis para optar el título de ingeniería de alimentos. Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- UNICEF. (2011). *La desnutrición infantil*.
- Valdivia, S., Robles, S & Ramírez, G. (2013). *Informe técnico sobre la situación de la fortificación de la harina de trigo en el Perú durante los años 2009 – 2010*.
- Vivas, O. (2009). *Perfil descriptivo cuantitativo y de textura de productos elaborados con harinas de leguminosas fermentadas*. Tesis para optar el grado de Magíster en Ciencia de los Alimentos. Venezuela: Universidad Simón Bolívar.
- Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L. y Elías, L. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. pp.60 y 109. Canadá.

Wittig, E. (2001). *Metodología de evaluación sensorial. Métodos para tesis de respuesta objetiva.*

Zeballos, M. (2008). *Incorporación de semillas de lino y su relación con la frecuencia evacuatoria en pacientes constipados.* Tesis para optar el título de Licenciado en Nutrición. Argentina: Universidad Fasta.

APÉNDICES

Apéndice 1. Informe De Ensayo De La Harina De Trigo

LABORATORIO CENTRAL DE CONTROL DE CALIDAD MANUFACTURA JOPISA SA		
INFORME DE ENSAYO N° 1987 - 2016		
SOLICITANTE	:	TATIANA GUERRERO RAMIREZ
PRODUCTO	:	HARINA DE TRIGO
IDENTIFICACIÓN	:	HARINA DE TRIGO PASTELERA NICOLINI FP 21/07/16 FV 21/01/17
PRESENTACION	:	BOLSAS DE POLIETILENO SELLADAS
TAMAÑO DE MUESTRA	:	200 g
LUGAR DE MUESTREO	:	PROPORCIONADO TATIANA GUERRERO
FECHA DE TOMA DE MUESTRA	:	08/09/16
FECHA DE ANÁLISIS	:	DEL 08 AL 13/09/16
ATENCIÓN	:	ING. TATIANA GUERRERO

I. ENSAYOS FISICOQUIMICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN NTP 205.064:2015
Humedad % (m/m)	11.91	MAX 15 %
Acidez % (expresada como ácido sulfúrico)	0.05	MAX 0.16 %
pH	5.87	

* NTP 205.064:2015 TRIGO. HARINA DE TRIGO PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS

II. ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	NTS 071 MINSA/DIGESA V.2 (RM591.2008)
1. Recuento de Mohos (UFC/g)	< 10	10 ⁴
2. Numeración de E. Coli (UFC/g)	< 10	10
3. Detección de Salmonella sp (en 25g)	Ausencia	Ausencia

* NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano"

III. MUESTREO:
Análisis Microbiológicos: Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINSA/DIGESA- V 01 Item V.2

IV. METODO DE ENSAYO:

Análisis Fisicoquímicos

1. **Humedad - Harinas:** NTP 205.037:1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación del contenido de humedad.
2. **Acidez – Harinas:** NTP 205.039:1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación de la acidez titulable.
3. **pH – Galletas:** NTP 206.014:1981 (Revisada el 2011). Galletas. Determinación del pH.

Análisis Microbiológicos

1. **Mohos (Recuento):** ICMSF. Microbiología de los Alimentos. Su significado y Métodos de Enumeración. Vol. 1 Ed II pp. 165-167 Reimpresión 2000. Editorial Acriba 1983 Recuento de Mohos y Levaduras. Método de Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo medio.

2. **E. Coli (Recuento):** AOAC 991.14. Oficial Method. Coliform and Escherichia coli counts in foods
3. **Salmonella (Determinación):** ICMSF. Microbiología de los Alimentos. Su significado y Métodos de Enumeración. Vol. 1 Ed II pp 131-134 Reimpresión 2000. Editorial Acribia 1983

V. ESPECIFICACIONES

NTP 205.064:2015 TRIGO. HARINA DE TRIGO PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS
Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINSA/DIGESA- V 01 Item v.2

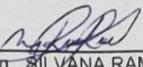
VI. CONCLUSION:

LA MUESTRA ANALIZADA ES **CONFORME** CON LAS ESPECIFICACIONES DETALLADAS PARA
LOS ENSAYOS ARRIBA RESALTADOS.

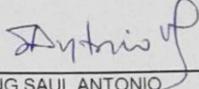
Emitido el: 14/09/16



ING. FLORA TRISTAN
Jefe de Control de Calidad



Ing. SILVANA RAMOS
Supervisor de Laboratorio



ING SAUL ANTONIO
Reg. C. I. P. N° 143398

Apéndice 2. Informe De Ensayo En La Semilla De Linaza

LABORATORIO CENTRAL DE CONTROL DE CALIDAD MANUFACTURA JOPISA SA

INFORME DE ENSAYO N° 2142 - 2016

SOLICITANTE : TATIANA GUERRERO RAMIREZ
PRODUCTO : SEMILLA DE LINAZA - VARIEDAD NACIONAL
IDENTIFICACIÓN : SEMILLA DE LINAZA LOTE: 13/11/15 F.SECADO 13/09/16
PRESENTACION : BOLSAS DE POLIETILENO SELLADAS
TAMAÑO DE MUESTRA : 200 g
LUGAR DE MUESTREO : PROPORCIONADO TATIANA GUERRERO
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 13/09/16
FECHA DE ANÁLISIS : DEL 14 AL 19/09/16
ATENCIÓN : ING. TATIANA GUERRERO

I. ENSAYOS FISICOQUIMICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN NORMA SANITARIA (RM451.2006)
Humedad % (m/m)	2	MAX 5 %

MÉTODO DE ENSAYO: NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016). Cereales y menestras. Determinación del contenido de humedad.

II. ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	NTS 071 MINSA/DIGESA XIV.5 (RM591.2008)
1. Recuento de Mohos (UFC/g)	< 10	10 ²
2. Recuento de Levaduras (UFC/g)	< 10	10 ²
3. Numeración de E. Coli (UFC/g)	< 10	10

* NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano".

III. MUESTREO:

Análisis Microbiológicos: Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINSA/DIGESA- V 01 Item XIV.5

IV. METODO DE ENSAYO: Análisis Microbiológicos

- Mohos (Recuento):** ICMSF. Microbiología de los Alimentos. Su significado y Métodos de Enumeración. Vol. 1 Ed II pp. 165-167 Reimpresión 2000. Editorial Acibia 1983 Recuento de Mohos y Levaduras. Método de Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo medio.
- E. Coli (Recuento):** AOAC 991.14. Oficial Method. Coliform and Escherichia coli counts in foods

V. ESPECIFICACIONES

Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINSA/DIGESA- V 01 Item XIV.5

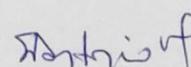
VI. CONCLUSION:

LA MUESTRA ANALIZADA ES **CONFORME** CON LAS ESPECIFICACIONES DETALLADAS PARA LOS ENSAYOS ARRIBA RESALTADOS.

Emitido el: 20/09/16


ING. FLORA TRISTAN
Jefe de Control de Calidad


Ing. SILVANA RAMOS
Supervisor de Laboratorio


ING SAUL ANTONIO
Reg. C.I.P. N° 143398

Apéndice 3. Informes De Ensayos De Las Harinas De Linaza

LABORATORIO CENTRAL DE CONTROL DE CALIDAD MANUFACTURA JOPISA SA

INFORME DE ENSAYO N° 0357 - 2017

SOLICITANTE : TATIANA GUERRERO RAMIREZ
PRODUCTO : HARINA DE LINAZA
IDENTIFICACIÓN : HARINA DE LINAZA F.P 13/11/15 - LOTE SEMILLA 13.11.15
PRESENTACION : BOLSAS DE POLIETILENO SELLADAS
TAMAÑO DE MUESTRA : 200 g
LUGAR DE MUESTREO : PROPORCIONADO TATIANA GUERRERO
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 09/03/17
FECHA DE ANÁLISIS : DEL 09 al 14/03/17
ATENCIÓN : ING. TATIANA GUERRERO

I. ENSAYOS FISICOQUIMICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN NORMA SANITARIA (RM451.2006)
Humedad % (m/m)	3.04	MAX 5 %
Acidez % (expresada como ácido sulfúrico)	0.14	MAX 0.4 %
pH	5.99	

* Norma Sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación. RM451.2006/ MINSA

II. ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	NTS 071 MINSA/DIGESA V.2 (RM591.2008)
1. Recuento de Mohos (UFC/g)	< 10	10 ⁴
2. Numeración de E. Coli (UFC/g)	< 10	10
3. Detección de Salmonella sp (en 25 g)	Ausencia	Ausencia/25g

* NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano"

III. MUESTREO:

Análisis Microbiológicos: Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINSA/DIGESA- V 01 Item V.2

IV. METODO DE ENSAYO:

Análisis Físicoquímicos

1. **Humedad - Harinas:** NTP 205.037:1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación del contenido de humedad. Reimpresión 2000. Editorial Acribia 1983 Recuento de Mohos y Levaduras. Método de Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo medio.
2. **Acidez - Harinas:** NTP 205.039:1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación de la acidez titulable.
3. **pH - Galletas:** NTP 206.014:1981 (Revisada el 2011). Galletas. Determinación del pH

Análisis Microbiológicos

1. **Mohos (Recuento):** ICMSF. Microbiología de los Alimentos. Su significado y Métodos de Enumeración. Vol. 1 Ed II pp. 165-167 Reimpresión 2000. Editorial Acribia 1983 Recuento de Mohos y Levaduras. Método de Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo medio.
2. **E. Coli (Recuento):** AOAC 991.14. Oficial Method. Coliform and Escherichia coli counts in foods
3. **Salmonella (Determinación):** ICMSF. Microbiología de los Alimentos. Su significado y Métodos de Enumeración. Vol. 1 Ed II pp. 131-134 Reimpresión 2000. Editorial Acribia 1983

V. **ESPECIFICACIONES**

Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINSA/DIGESA- V 01 Item v.2

VI. **CONCLUSION:**

LA MUESTRA ANALIZADA ES **CONFORME** CON LAS ESPECIFICACIONES DETALLADAS PARA LOS ENSAYOS ARRIBA RESALTADOS.

Emitido el: 15/03/17

ING. FLORA TRISTAN
Jefe de Control de Calidad

Ing. SILVANA RAMOS
Supervisor de Laboratorio

ING SAUL ANTONIO
Reg. C. I. P. N° 43398

**LABORATORIO CENTRAL DE CONTROL DE CALIDAD
MANUFACTURA JOPISA SA**

INFORME DE ENSAYO N° 0358 - 2017

SOLICITANTE : TATIANA GUERRERO RAMIREZ
PRODUCTO : HARINA DE LINAZA
IDENTIFICACIÓN : HARINA DE LINAZA "NATURANDES" COSESPI Y ASOCIADOS
PRESENTACION : BOLSAS DE POLIETILENO SELLADAS FP 25/02/17 FV 25/02/18
TAMAÑO DE MUESTRA : 200 g
LUGAR DE MUESTREO : PROPORCIONADO TATIANA GUERRERO
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 09/03/17
FECHA DE ANÁLISIS : DEL 09 al 14/03/17
ATENCIÓN : ING. TATIANA GUERRERO

I. ENSAYOS FISICOQUIMICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN NORMA SANITARIA (RM451.2006)
Humedad % (m/m)	3.20	MAX 5 %
Acidez % (expresada como ácido sulfúrico)	0.15	MAX 0.4 %
pH	6.19	

* Norma Sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación. RM451 2006/ MINSA.

II. ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	NTS 071 MINSA/DIGESA V.2 (RM591.2008)
1. Recuento de Mohos (UFC/g)	< 10	10 ⁴
2. Numeración de E. Coli (UFC/g)	< 10	10
3. Detección de Salmonella sp (en 25 g)	Ausencia	Ausencia/25g

* NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano"

III. MUESTREO:

Análisis Microbiológicos: Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINSA/DIGESA- V 01 Item V.2

IV. METODO DE ENSAYO:

Análisis Físicoquímicos

1. **Humedad - Harinas:** NTP 205.037:1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación del contenido de humedad.
2. **Acidez – Harinas:** NTP 205.039:1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación de la acidez titulable.
3. **pH – Galletas:** NTP 206.014:1981 (Revisada el 2011). Galletas. Determinación del pH.

Análisis Microbiológicos

1. **Mohos (Recuento):** ICMSF. Microbiología de los Alimentos. Su significado y Métodos de Enumeración. Vol. 1 Ed II pp. 165-167 Reimpresión 2000. Editorial Acriba 1983 Recuento de Mohos y Levaduras. Método de Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo medio.
2. **E. Coli (Recuento):** AOAC 991.14. Oficial Method. Coliform and Escherichia coli counts in foods
3. **Salmonella (Determinación):** ICMSF. Microbiología de los Alimentos. Su significado y Métodos de Enumeración. Vol. 1 Ed II pp. 131-134 Reimpresión 2000. Editorial Acriba 1983

V. **ESPECIFICACIONES**

Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINSA/DIGESA- V 01 Item V.2

VI. **CONCLUSION:**

LA MUESTRA ANALIZADA ES **CONFORME** CON LAS ESPECIFICACIONES DETALLADAS PARA LOS ENSAYOS ARRIBA RESALTADOS.

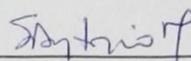
Emitido el: 15/03/17



ING. FLORA TRISTAN
Jefe de Control de Calidad



Ing. SILVANA RAMOS
Supervisor de Laboratorio



ING SAUL ANTONIO
Reg. C. I. P. N° 143398

**LABORATORIO CENTRAL DE CONTROL DE CALIDAD
MANUFACTURA JOPI SA**

INFORME DE ENSAYO N° 0359 - 2017

SOLICITANTE : TATIANA GUERRERO RAMIREZ
 PRODUCTO : HARINA DE LINAZA
 IDENTIFICACIÓN : HARINA DE LINAZA F.P 13/09/16 – LOTE SEMILLA 13.11.15
 PRESENTACION : BOLSAS DE POLIETILENO SELLADAS
 TAMAÑO DE MUESTRA : 200 g
 LUGAR DE MUESTREO : PROPORCIONADO TATIANA GUERRERO
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 09/03/17
 FECHA DE ANÁLISIS : DEL 09 AL 14/03/17
 ATENCIÓN : ING. TATIANA GUERRERO

I. ENSAYOS FISICOQUIMICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN NORMA SANITARIA (RM451.2006)
Humedad % (m/m)	2.67	MAX 5 %
Acidez % (expresada como ácido sulfúrico)	0.12	MAX 0.4 %
pH	6.04	

* Norma Sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación. RM451.2006/ MINS A.

II. ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	NTS 071 MINS A/DIGESA V.2 (RM591.2008)
1. Recuento de Mohos (UFC/g)	< 10	10 ⁴
2. Numeración de E. Coli (UFC/g)	< 10	10
3. Detección de Salmonella sp (en 25 g)	Ausencia	Ausencia/25g

* NTS 071 MINS A/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano".

III. MUESTREO:

Análisis Microbiológicos: Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINS A/DIGESA- V 01 Item V.2

IV. METODO DE ENSAYO:

Análisis Fisicoquímicos

1. **Humedad - Harinas:** NTP 205.037:1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación del contenido de humedad.
2. **Acidez – Harinas:** NTP 205.039:1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación de la acidez titulable.
3. **pH – Galletas:** NTP 206.014:1981 (Revisada el 2011). Galletas. Determinación del pH.

Análisis Microbiológicos

1. **Mohos (Recuento):** ICMSF. Microbiología de los Alimentos. Su significado y Métodos de Enumeración. Vol. 1 Ed II pp. 165-167 Reimpresión 2000. Editorial Acriba 1983 Recuento de Mohos y Levaduras. Método de Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo medio.
2. **E. Coli (Recuento):** AOAC 991.14. Oficial Method. Coliform and Escherichia coli counts in foods
3. **Salmonella (Determinación):** ICMSF. Microbiología de los Alimentos. Su significado y Métodos de Enumeración. Vol. 1 Ed II pp. 131-134 Reimpresión 2000. Editorial Acriba 1983

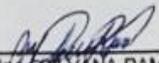
V. **ESPECIFICACIONES**
Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINSA/DIGESA- V 01 Item v.2

VI. **CONCLUSION:**
LA MUESTRA ANALIZADA ES **CONFORME** CON LAS ESPECIFICACIONES DETALLADAS PARA
LOS ENSAYOS ARRIBA RESALTADOS.

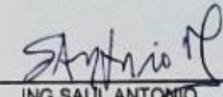
Emitido el: 15/03/17



ING. FLORA TRISTAN
Jefe de Control de Calidad



ING. SILVANA RAMOS
Supervisor de Laboratorio



ING SAUL ANTONIO
Reg. C. I. P. N° 143398

Apéndice 4. Informe De Ensayo De Las Formulaciones De Galletas Con Linaza

LABORATORIO CENTRAL DE CONTROL DE CALIDAD MANUFACTURA JOPISA SA

INFORME DE ENSAYO N° 2623 - 2015

SOLICITANTE : TATIANA GUERRERO RAMIREZ
 PRODUCTO : GALLETA
 IDENTIFICACIÓN : GALLETA CON DIFERENTE FORMULACION T1, T2, T3, T4
 (FP, 14/12/15)
 PRESENTACION : BOLSAS DE POLIETILENO SELLADAS
 TAMAÑO DE MUESTRA : 200 g X C/U
 LUGAR DE MUESTREO : PROPORCIONADO TATIANA GUERRERO
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 14/12/15
 FECHA DE ANÁLISIS : 14/12/15
 ATENCIÓN : TATIANA GUERRERO

I. ENSAYOS FISICOQUIMICOS :

ENSAYO	RESULTADOS				ESPECIFICACIÓN NTP 206.001:2011 Panadería, Pastelería y Galletería. Galletas. Requisitos
	T1	T2	T3	T4	
Humedad % (g/100g)	5.32 %	3.81 %	3.04 %	4.12 %	MAX 12 %

MÉTODO DE ENSAYO: NTP 206.011:1981 (Revisada al 2011) Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Determinación de humedad.

II. MUESTREO:

NTP 205.047:1981. Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Toma de muestras.

III. METODO DE ENSAYO:

Análisis Físicoquímicos

1. Humedad - Galletas: NTP 206.011:1981 (Revisada al 2011) Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Determinación de humedad.

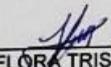
IV. ESPECIFICACIONES:

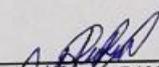
NTP 206.001:1981 (Revisada al 2011). Panadería, Pastelería y Galletería. Galletas. Requisitos

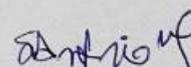
V. CONCLUSION:

LA MUESTRA ANALIZADA ES CONFORME CON LAS ESPECIFICACIONES DETALLADAS PARA LOS ENSAYOS ARRIBA RESALTADOS.

Emitido el: 15/12/15


 ING. FLORA TRISTAN
 Jefe de Control de Calidad


 Ing. SILVANA RAMOS
 Supervisor de Laboratorio


 ING SAUL ANTONIO
 Reg. C. I. P. N° 143398

Apéndice 5. Informe De Ensayo Para La Galleta Con Linaza T3

LABORATORIO CENTRAL DE CONTROL DE CALIDAD MANUFACTURA JOPISA SA

INFORME DE ENSAYO N° 2188 – 2016

SOLICITANTE : TATIANA GUERRERO RAMIREZ
 PRODUCTO : GALLETA CON LINAZA
 IDENTIFICACIÓN : GALLETA CON LINAZA FP 22/09/16
 PRESENTACION : Envasada en LÁMINA BILAMINADA IMPRESA
 TAMAÑO DE MUESTRA : 5 unidades de 40 g C/U
 LUGAR DE MUESTREO : PROPORCIONADO TATIANA GUERRERO
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 22/09/16
 FECHA DE ANÁLISIS : 22/09/16
 ATENCIÓN : ING. TATIANA GUERRERO

I. ENSAYOS FISICOQUIMICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN NTP 206.001:2016 Panadería, Pastelería y Galletería. Galletas. Requisitos
Humedad % (g/100g)	2.57 %	MAX 12 %

MÉTODO DE ENSAYO: NTP 206.011:1981 (Revisada al 2011) Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Determinación de humedad.

II. ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	NTS 071 MINSA/DIGESA VII.1 (RM591.2008)
1. Recuento de mohos (UFC/g)	< 10	10 ²

* NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano"

III. MUESTREO:

NTP 205.047:1981 (Revisada al 2016). Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Toma de muestras

IV. METODO DE ENSAYO:

Análisis Físicoquímicos

Humedad - Harinas: NTP 205.037: 1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación del contenido de humedad.

Análisis Microbiológicos

Mohos (Recuento): ICMSF. Microbiología de los Alimentos. Su significado y Métodos de Enumeración. Vol. 1 Ed II pp. 165-167 Reimpresión 2000. Editorial Acirbia 1983 Recuento de Mohos y Levaduras. Método de Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo medio.

V. ESPECIFICACIONES:

NTP 206.001:2016. Panadería, Pastelería y Galletería. Galletas. Requisitos. 2da Edición
 Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINSA/DIGESA – V01 Item VIII.1

VI. CONCLUSION:

LA MUESTRA ANALIZADA ES CONFORME CON LAS ESPECIFICACIONES DETALLADAS PARA LOS ENSAYOS ARRIBA RESALTADOS.

Emitido el: 28/09/16

ING. FLORA TRISTAN
 Jefe de Control de Calidad

Ing. SILVANA RAMOS
 Supervisor de Laboratorio

ING SAUL ANTONIO
 Reg. p. I. P. N° 143398

Apéndice 6. Informe De Ensayo Para La Galleta Gran Cereal

**LABORATORIO CENTRAL DE CONTROL DE CALIDAD
MANUFACTURA JOPISA SA**

INFORME DE ENSAYO N° 2189 - 2016

SOLICITANTE : TATIANA GUERRERO RAMIREZ
 PRODUCTO : GALLETA COSTA
 IDENTIFICACIÓN : GALLETA COSTA "GRAN CEREAL" CLÁSICA FV100817
 PRESENTACION : ENVASADO EN BOPP IMPRESO/BOPP METALIZADO
 TAMAÑO DE MUESTRA : 5 unidades de 40 g C/U
 LUGAR DE MUESTREO : PROPORCIONADO TATIANA GUERRERO
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 22/09/16
 FECHA DE ANÁLISIS : 22/09/16
 ATENCIÓN : ING. TATIANA GUERRERO

I. ENSAYOS FISICOQUIMICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN NTP 206.001:2016 Panadería, Pastelería y Galletería. Galletas. Requisitos
Humedad % (g/100g)	3.58 %	MAX 12 %

I. ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	NTS 071 MINSA/DIGESA VII.1 (RM591.2008)
1. Recuento de mohos (UFC/g)	< 10	10 ²

* NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano"

II. MUESTREO:

NTP 205.047:1981 (Revisada al 2016). Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Toma de muestras.

III. METODO DE ENSAYO:

Análisis Fisicoquímicos

Humedad - Harinas: NTP 205.037: 1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación del contenido de humedad.

Análisis Microbiológicos

Mohos (Recuento): ICMSF. Microbiología de los Alimentos. Su significado y Métodos de Enumeración. Vol. 1 Ed II pp. 165-167 Reimpresión 2000. Editorial Acribia 1983 Recuento de Mohos y Levaduras. Método de Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo medio.

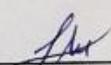
IV. ESPECIFICACIONES:

NTP 206.001:2016. Panadería, Pastelería y Galletería. Galletas. Requisitos. 2da Edición
 Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINSA/DIGESA – V01 Item VIII.1

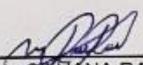
V. CONCLUSION:

LA MUESTRA ANALIZADA ES CONFORME CON LAS ESPECIFICACIONES DETALLADAS PARA LOS ENSAYOS ARRIBA RESALTADOS.

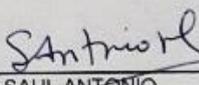
Emitido el: 28/09/16



 ING. FLORA TRISTAN
 Jefe de Control de Calidad



 Ing. SILVANA RAMOS
 Supervisor de Laboratorio



 ING SAUL ANTONIO
 Reg. C.I.P. N° 143398

Apéndice 7. Informe De Ensayo Para La Galleta Con Linaza T3 En Día 12 de Almacenamiento A Temperatura Acelerada

**LABORATORIO CENTRAL DE CONTROL DE CALIDAD
MANUFACTURA JOPI SA**

INFORME DE ENSAYO N° 2354 – 2016

SOLICITANTE : TATIANA GUERRERO RAMIREZ
 PRODUCTO : GALLETA CON LINAZA
 IDENTIFICACIÓN : GALLETA CON LINAZA FP 22/09/16
 PRESENTACION : Envasada en LÁMINA BILAMINADA IMPRESA
 TAMAÑO DE MUESTRA : 5 unidades de 40 g C/U
 LUGAR DE MUESTREO : PROPORCIONADO TATIANA GUERRERO
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 04/10/16
 FECHA DE ANÁLISIS : 04/10/16
 ATENCIÓN : ING. TATIANA GUERRERO

I. ENSAYOS FISICOQUIMICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN NTP 206.001:2016 Panadería, Pastelería y Galletería. Galletas. Requisitos
Humedad % (g/100g)	2.64 %	MAX 12 %

MÉTODO DE ENSAYO: NTP 206.011:1981 (Revisada al 2011) Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Determinación de humedad

II. ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	NTS 071 MINSA/DIGESA VII.1 (RM591.2008)
1. Recuento de mohos (UFC/g)	< 10	10 ²

* NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano"

III. MUESTREO:
NTP 205.047:1981 (Revisada al 2016). Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Toma de muestras.

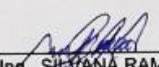
IV. METODO DE ENSAYO:
Análisis Fisicoquímicos
 Humedad - Harinas: NTP 205.037: 1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación del contenido de humedad.
Análisis Microbiológicos
 Mohos (Recuento): ICMSF. Microbiología de los Alimentos. Su significado y Métodos de Enumeración. Vol. 1 Ed II pp. 165-167 Reimpresión 2000. Editorial Acibia 1983 Recuento de Mohos y Levaduras. Método de Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo medio.

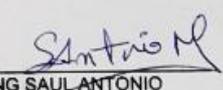
V. ESPECIFICACIONES:
NTP 206.001:2016. Panadería, Pastelería y Galletería. Galletas. Requisitos. 2da Edición
Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINSA/DIGESA – V01 Item VIII.1

VI. CONCLUSION:
LA MUESTRA ANALIZADA ES **CONFORME** CON LAS ESPECIFICACIONES DETALLADAS PARA LOS ENSAYOS ARRIBA RESALTADOS.

Emitido el: 10/10/16


 ING. FLORA TRISTAN
 Jefe de Control de Calidad


 Ing. SILVANA RAMOS
 Supervisor de Laboratorio


 ING SAUL ANTONIO
 Reg. C. I. P. N° 143398

Apéndice 8. Informe De Ensayo Para La Galleta Gran Cereal En Día 12 de Almacenamiento A Temperatura Acelerada

**LABORATORIO CENTRAL DE CONTROL DE CALIDAD
MANUFACTURA JOPISA SA**

INFORME DE ENSAYO N° 2355 - 2016

SOLICITANTE : TATIANA GUERRERO RAMIREZ
 PRODUCTO : GALLETA COSTA
 IDENTIFICACIÓN : GALLETA COSTA "GRAN CEREAL" CLÁSICA FV100817
 PRESENTACION : ENVASADO EN BOPP IMPRESO/BOPP METALIZADO
 TAMAÑO DE MUESTRA : 5 unidades de 40 g C/U
 LUGAR DE MUESTREO : PROPORCIONADO TATIANA GUERRERO
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 04/10/16
 FECHA DE ANÁLISIS : 04/10/16
 ATENCIÓN : ING. TATIANA GUERRERO

I. ENSAYOS FISICOQUIMICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN NTP 206.001:2016 Panadería, Pastelería y Galletería. Galletas. Requisitos
Humedad % (g/100g)	4.11 %	MAX 12 %

I. ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ENSAYO	RESULTADOS	NTS 071 MINSA/DIGESA VII.1 (RM591.2008)
1. Recuento de mohos (UFC/g)	< 10	10 ²

* NTS 071 MINSA/ DIGESA V.01. Norma Sanitaria que establece los "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano"

II. MUESTREO:

NTP 205.047:1981 (Revisada al 2016). Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Toma de muestras.

III. METODO DE ENSAYO:

Análisis Físicoquímicos

Humedad - Harinas: NTP 205.037: 1975 (Revisada el 2016). Harinas. Determinación del contenido de humedad.

Análisis Microbiológicos

Mohos (Recuento): ICMSF. Microbiología de los Alimentos. Su significado y Métodos de Enumeración. Vol. 1 Ed II pp. 165-167 Reimpresión 2000. Editorial Acribia 1983 Recuento de Mohos y Levaduras. Método de Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo medio.

IV. ESPECIFICACIONES:

NTP 206.001.2016. Panadería, Pastelería y Galletería. Galletas. Requisitos. 2da Edición
 Norma Sanitaria Microbiológica NTS N° 071 – MINSA/DIGESA – V01 Item VIII.1

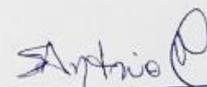
V. CONCLUSION:

LA MUESTRA ANALIZADA ES **CONFORME** CON LAS ESPECIFICACIONES DETALLADAS PARA LOS ENSAYOS ARRIBA RESALTADOS.

Emitido el: 10/10/16


 ING. FLORA TRISTAN
 Jefe de Control de Calidad


 Ing. SILVANA RAMOS
 Supervisor de Laboratorio


 ING SAUL ANTONIO
 Reg. C. I. P. N° 143398

Apéndice 9. Fotografías A Panelistas En El Análisis Sensorial De La Primera Etapa



Apéndice 10. Fotografías A Panelistas En El Análisis Sensorial De La Segunda Etapa



Apéndice 11. Informe De Ensayo De Los Resultados Analíticos De La Harina De Linaza



Caring about quality
BC Baltic Control
Baltic Control CMA S.A.

INFORME DE ENSAYO N°5617/2016.A

Razón Social: Tatiana Milagros Guerrero Ramirez RUC: DNI 46568648

Dirección: Mz X1 Lote 11 Urb. El Álamo 2da Etapa - Comas - Lima - Perú CMA: CMA1759/2016

Muestra Id: 10366 - N° Muestra: 5617/2016 - Harina de Linaza de Variedad Nacional / Fecha de Producción :
13-09-2016 / Cuatro (04) unidades de 250g

Fecha de Emisión: 30/09/2016	Fecha Recepción: 23/09/2016
Presentación: Bolsa sellada	
Condición de la muestra: Temperatura ambiente	
Procedencia de la muestra: Proporcionada por el Cliente	
Fecha de inicio de análisis: 23/09/2016	

Resultados Analíticos

Análisis	Unidad	Resultado
Carbohidratos	g/100g	17,47
Cenizas	%	3,36
Fibra dietaria	%	29,20
Grasa	%	30,21
Humedad relativa	%	0,11
Proteína	%	19,65

Método de Análisis	Método de Referencia
Carbohidratos - Alimentos	Cálculo
Cenizas - Alimentos cocidos de reconstitución instantánea	NTP 209.265. 2001. Alimentos cocidos de reconstitución instantánea. Determinación de cenizas
Fibra dietaria - Alimentos	AOAC.985.19.19th Ed. 2012
Grasa - Harinas	NTP 205.041. Harinas. Determinación del contenido de grasa
Humedad - Harinas	NTP 205.037.1975 (Rev 2011). Harinas. Determinación del contenido de humedad
Proteína - Alimentos	AOAC 935.39 Baked Products - First Action 1935 - Final Action

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

ST

Prohíbese la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de BALTIC CONTROL CMA S.A.
Cualquier emienda o corrección en el contenido del presente informe le será autorizada únicamente.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una verificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-07-01 / V03
Pág. 1/2

Global Independent Inspection,
testing and certification services



International Federation
of Inspection Agencies

Baltic Control CMA S.A.
Antigua Carretera Panamericana Sur Km. 32.5
Lurin - Perú

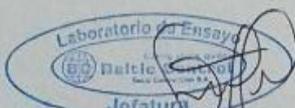
Phone Central: (+511) 660 2323

Our General terms and Conditions are available in full on www.balticcontrol.com or, at your request
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the World



Caring about quality
Baltic Control[®]
 Baltic Control CMA S.A

INFORME DE ENSAYO N°5617/2016.A



Jefatura
 Blgo. Mblgo. Sonia E. Tendaipan Gonzales
 Gerente de Laboratorio
 C.B.P. 9097

Clave de Validación: baltic



Caring about quality
Baltic Control[®]
 Baltic Control CMA S.A.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

ST

Prohíbe la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de BALTIC CONTROL CMA S.A.
 Cualquier envase o conexión en el contenido del presente informe lo anula automáticamente.
 Los resultados corresponden al objeto ensayado.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-07-01 / V03

Pág. 2/2

Global Independent inspection,
 testing and certification services

Baltic Control CMA S.A.
 Antigua Carretera Panamericana Sur Km. 32.5
 Lurin - Perú

Phone Central: (+511) 660 2323

Our General terms and Conditions are available in full our www.balticcontrol.com or, at your request
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the World



Apéndice 12. Informe De Ensayo De Los Resultados Analíticos De La Galleta Con Linaza



Caring about quality
Baltic Control®
 Baltic Control CMA S.A.

INFORME DE ENSAYO N°5616/2016.A

Razón Social: Tatiana Milagros Guerrero Ramirez RUC: DNI 46568648

Dirección: Mz X1 Lote 11 Urb. El Álamo 2da Etapa - Comas - Lima - Perú CMA: CMA1759/2016

Muestra Id: 10365 - N° Muestra: 5616/2016 - Galleta con Linaza / Fecha de Producción: 22-09-2016 / Dos (02) unidades de 400g

Fecha de Emisión: 30/09/2016	Fecha Recepción: 23/09/2016
------------------------------	-----------------------------

Presentación: Bolsa sellada
 Condición de la muestra: Temperatura ambiente
 Procedencia de la muestra: Proporcionada por el Cliente
 Fecha de inicio de análisis: 23/09/2016

Resultados Analíticos

Análisis		
Análisis	Unidad	Resultado
Acidos grasos		Anexo N°1
Acidos grasos libres	%	2,14
Acidos grasos trans	%	<0.001
Carbohidratos	g/100g	45,17
Cenizas	%	1,11
Fibra dietaria	%	27,33
Grasa	%	14,40
Humedad	%	1,75
Proteína	%	10,24
Índice de peróxido	meqO2 /Kg grasa	3,38

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

ST Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de BALTIC CONTROL CMA S.A. Cualquier errata o corrección en el contenido del presente informe lo anula automáticamente. Los resultados corresponden al objeto ensayado. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-07-01 / V03 Pág. 1/4

Global Independent Inspection, testing and certification services



International Federation of Inspection Agencies

Baltic Control CMA S.A.
 Antigua Carretera Panamericana Sur Km. 32.5
 Lurin - Perú
 Phone Central: (+511) 660 2323

Our General terms and Conditions are available in full our www.balticcontrol.com or, at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the World



Caring about quality
Baltic Control[®]
 Baltic Control CMA S.A

INFORME DE ENSAYO N°5616/2016.A

Método de Análisis	Método de Referencia
Ácidos grasos	AOAC 996.06 Hydrolytic Extraction Gas Chromatographic
Carbohidratos - Alimentos	Cálculo
Cenizas - Productos panadería	NTP 206.007.1976 (Revisada el 2011)
Fibra dietaria - Alimentos	AOAC 965.19 19th Ed. 2012
Grasa - Galletas	NTP 206.017.1981 (Revisada el 2011). Galletas. Determinación del porcentaje de grasa 1ª Edición
Humedad - Bizcochos, galletas, pastas y fideos	NTP 206.011 (Revisada el 2011). 1981. Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Determinación de Humedad
Proteína - Alimentos	AOAC 935.39 Baked Products - First Action 1935 - Final Action
Índice de peróxido - Galletas	NTP 206.016.1981. Galletas. Determinación de Peróxidos.
Ácidos grasos libres - Alimentos	NTP 206.013.1981. Bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinación de acidez



Caring about quality
Baltic Control[®]
 Baltic Control CMA S.A.

[Signature]
 Laboratorio de Ensayo
 Baltic Control CMA S.A.
Blgo. Mblgo. Sonia E. Tandiapan Gonzales
 Gerente de Laboratorio
 C.B.P. 9097

Clave de Validación: baltic

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

ST
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de BALTIC CONTROL CMA S.A.
 Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente informe lo anula automáticamente.
 Los resultados corresponden al objeto ensayado.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-07-01 / V03

Pág. 2/4

Global Independent inspection,
 testing and certification services

Baltic Control CMA S.A.
 Antigua Carretera Panamericana Sur Km. 32.5
 Lurin - Perú

Phone Central: (+511) 660 2323

Our General terms and Conditions are available in full our www.balticcontrol.com or, at your request
 Offices, Residents Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the World





Caring about quality
Baltic Control[®]
 Baltic Control CMA S. A.

INFORME DE ENSAYO N°5616/2016.A

ANEXO N°1

Análisis		
Análisis	Unidad	Resultado
Ácidos grasos Poliinsaturados	%	2.7
Ácidos grasos Monoinsaturados	%	3.4
Ácidos grasos Saturados	%	3.5



Caring about quality
Baltic Control[®]
 Baltic Control CMA S. A.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

ST
 Prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de BALTIC CONTROL CMA S.A.
 Cualquier errata o corrección en el contenido del presente informe lo anula automáticamente.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-07-01 / V03

Pág. 3/4

Global Independent inspection,
 testing and certification services



Baltic Control CMA S. A.
 Antigua Carretera Panamericana Sur Km. 32.5
 Lurín - Perú

Phone Central: (+511) 660 2323

Our General terms and Conditions are available in full our www.balticcontrol.com or, at your request
 Offices: Residents Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the World



ANEXO N°1

Análisis			
Ácido graso	Unidad	Cn:m	Contenido
Alfa-linolenico	%	18.3 ω3	2.5
Linoleico	%	18.2 ω6	0.2
Gamma linolénico	%	18.3 ω6	<0.001
Estearidónico	%	18.4 ω3	<0.001
Araquidónico	%	20.4 ω6	<0.001
Clupanodónico	%	22.5 ω3	<0.001
Docosahexaenoico	%	22.2	<0.001
Oleico	%	18:1 ω9	0.6
Lauroleico	%	12:1	2.8
Caproleico	%	10:1	<0.001
Palmitoleico	%	16:1	<0.001
Vaccénico	%	18:1	<0.001
Gadoleico	%	20:1	<0.001
Cetoleico	%	22:1	<0.001
Erúico	%	22:1	<0.001
Palmitico	%	16:0	2.8
Estearico	%	18:0	0.7
Butírico	%	04:0	<0.001
Caproico	%	06:0	<0.001
Caprílico	%	08:0	<0.001
Cáprico	%	10:0	<0.001
Láurico	%	12:0	<0.001
Mirístico	%	14:0	<0.001
Araquídico	%	20:0	<0.001
Behénico	%	22:0	<0.001
Lignocérico	%	24:0	<0.001
Cerótico	%	26:0	<0.001
Undecanoico	%	11:0	<0.001
Tridecanoico	%	13:0	<0.001
Miristoleico	%	14:1	<0.001
Pentadecanoico	%	15:0	<0.001
Palmitoleico	%	16:1	<0.001
Heptadecanoico	%	17:0	<0.001
Tricosanoico	%	23:0	<0.001
Eneicosanoico	%	21:0	<0.001



Caring about quality
Baltic Control[®]
 Baltic Control CMA S.A

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

ST
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de BALTIC CONTROL CMA S.A
 Cualquier emenda o corrección en el contenido del presente Informe lo anula automáticamente.
 Los resultados corresponden al objeto ensayado.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-07-01 / V03

Pág. 4/ 4

Global Independent Inspection,
 testing and certification services

Baltic Control CMA S.A.
 Antigua Carretera Panamericana Sur Km. 32.5
 Lurin - Perú

Phone Central: (+511) 660 2323

Our General terms and Conditions are available in full on our www.balticcontrol.com or, at your request
 Offices, Residents Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the World



Apéndice 13. Norma Técnica Peruana De Determinación De Peróxidos En Galletas

GALLETAS. Determinación de peróxidos

1. NORMAS A CONSULTAR

1.1 Para la aplicación de esta Norma Técnica Peruana, no es necesaria la consulta específica de ninguna otra.

2. OBJETO

2.1 La presente Norma Técnica Peruana establece el método de determinación de peróxidos en las galletas.

3. DEFINICIONES

3.1 **índice de peróxido:** Es la medida del contenido de oxígeno reaccionante, en términos de milimoles de peróxido o miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de material.

3.2 **contenido de peróxidos en galletas:** Es la cantidad de peróxidos expresados en miliequivalentes por kilogramo de grasa, que se determina bajo las condiciones de operación descritas en la presente Norma Técnica Peruana.

4. PRINCIPIO

4.1 Se disuelve la muestra con una mezcla de cloroformo y ácido acético, se agrega a la solución yoduro de potasio y se titula el yodo liberado con tiosulfato, usando almidón como indicador.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

5. APARATOS

- 5.1 Balanza analítica de 0,1 mg de sensibilidad.
- 5.2 Vasos de 100 cm³ de capacidad.
- 5.3 Erlenmeyer de 125 cm³ de capacidad.
- 5.4 Microbureta de 2 cm³ de capacidad.
- 5.5 Molinillo.
- 5.6 Pipetas volumétricas de 0,5 cm³.

6. REACTIVOS

- 6.1 Éter de petróleo o éter etílico químicamente puros con límite de destilación de 35 °C a 60 °C y residuo seco no mayor de 0,003 g/100 cm³.
- 6.2 Solución 0,01 N de tiosulfato de sodio, preparado al día de su uso con agua recientemente hervida y fría.
- 6.3 Solución saturada de ioduro de potasio: Se prepara disolviendo KI en agua destilada recientemente hervida, debiendo quedar un exceso de sal sin disolver. Se prueba diariamente agregando 0,5 cm³ de esta solución a 30 cm³ de solución acético-cloroformo (apartado 6.5), luego se agregan 2 gotas de solución de engrudo de almidón al 1 %; si da una coloración azul se requiere más de 1 gota de tiosulfato de sodio 0,1 N para desaparecer dicha coloración, debe utilizarse solución fresca de KI.
- 6.4 Solución de engrudo de almidón al 1 % preparada recientemente antes de su uso.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

6.5 Solución acética-cloroformo (60-40): Se mezclan 60 cm^3 de ácido acético con 40 cm^3 de cloroformo.

7. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

7.1 Se parte de una muestra representativa de por lo menos 100 g .

7.2 Se muele la muestra, hasta que el producto pase por el tamiz N° 18 (1 mm).

7.3 Antes de tomar la muestra para el ensayo se le homogeniza.

8. PROCEDIMIENTO

8.1 Se tara el Erlenmeyer.

8.2 En un vaso de 100 cm^3 se coloca una masa (equivalente a 3 ó 4 galletas) de la muestra preparada. Se agrega éter de petróleo y se agita con una varilla durante 3 minutos aproximadamente.

8.3 Se filtra sobre papel de filtro, en el Erlenmeyer tarado.

8.4 Se evapora el éter a temperatura ambiente y en lugar ventilado.

8.5 Se determina la masa del Erlenmeyer con la grasa que ha quedado y se anota la masa de la grasa depositada.

8.6 Se añade 30 cm^3 de la solución-acética-cloroformo y se agita hasta la disolución de la grasa.

8.7 Se añade $0,5 \text{ cm}^3$ de la solución saturada de ioduro de potasio con pipeta

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

volumétrica y se agita exactamente un minuto.

8.8 Se añade 30 cm³ de agua destilada y luego se agita.

8.9 Se titula con la solución 0,01 N de tiosulfato de sodio hasta color amarillo. Se añade 0,5 cm³ de solución indicadora de almidón y se continúa la valoración hasta desaparición del color azul del almidón.

8.10 Se corre en blanco con los reactivos, este gasto se resta del gasto en la muestra.

9. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

9.1 Método de cálculo y fórmula

9.1.1 Se hacen 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.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL