

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



“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE HOJAS DE MORINGA (*Moringa oleífera*) Y HARINA DE SOYA (*Glycine max*) EN ELABORACIÓN DE GALLETAS DULCES”

PRESENTADO POR:
Bach. Sandoval Micha Diana Carolina

ASESOR:

DRA. Luz María Paucar Menacho

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

Nuevo Chimbote – Perú

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.P. DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



HOJA DE AVAL DE JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado: “EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE HOJAS DE MORINGA (*Moringa oleifera*) Y HARINA DE SOYA (*Glycine max*) EN ELABORACIÓN DE GALLETAS DULCES”, para obtener el título profesional de ingeniero agroindustrial, presentado por la bachiller SANDOVAL MICHA DIANA CAROLINA, teniendo como asesora a la Dra. Luz María Paucar Menacho, designada mediante la resolución decanal N°918-2017-UNS-FI, ha sido revisada y aprobada el día 29 de enero del 2021 por el siguiente jurado evaluador, designados mediante resolución N°250-2020-UNS-CFI.

Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Presidente

Dra. Luz María Paucar Menacho
Secretario

Dr. Gilbert Nilo Rodríguez Paucar
Integrante



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 8:00 a.m., del doce de febrero del dos mil veintiuno se habilitó la plataforma virtual Zoom, con el enlace: <https://uns-edu-pe.zoom.us/j/85031977758?pwd=RXp2QTZWb0RaR1dtbXVQbDZpa3lzZz09>, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 250-2020-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** (Presidente)
- **Dra. Luz María Paucar Menacho** (Secretaria)
- **Dr. Gilbert Nilo Rodríguez Paucar** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE HOJAS DE MORINGA (*Moringa oleifera*) Y HARINA DE SOYA (*Glycine max*) EN ELABORACIÓN DE GALLETAS DULCES”, elaborada por la bachiller en Ingeniería Agroindustrial:

SANDOVAL MICHA DIANA CAROLINA

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dra. LUZ MARIA PAUCAR MENACHO**

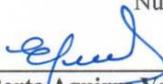
Finalizada la sustentación, la Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

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

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
SANDOVAL MICHA DIANA CAROLINA	17	MUY BUENO

Siendo las 09:30 a.m. del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 12 de febrero del 2021.



Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
 Presidente



Dra. Luz María Paucar Menacho
 Secretario



Dr. Gilbert Nilo Rodríguez Paucar
 Integrante

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la vida, salud, amor, y haberme guiado en todo mi caminar, desde el momento en que me dio la vida, haberme extendido su mano presta a ayudarme.

A mis padres, Asrael Sandoval S. y Udulia Micha O. por su gran amor y esfuerzo con el que me criaron, gracias a sus enseñanzas formaron en mí valores y virtudes. A mis hermanos Aracely, Rut y Emanuel, por su cariño, su afecto, su ayuda en los años que crecimos juntos.

A mis maestros, quienes, con su saber y virtud, me forjaron por este camino y brindarme su gran apoyo en mi formación profesional. A mis amigos, por su gran amistad y compañerismo.

Sandoval Micha Diana Carolina

AGRADECIMIENTO

Expresamos un profundo agradecimiento a las personas que nos ayudaron a cumplir esta meta, que es la culminación de nuestro trabajo de investigación, el cual fue elaborado con mucho esfuerzo. Gracias a Dios, a nuestros padres, a nuestros profesores por incentivarnos cada día y ayudarnos en nuestra formación académica y humana. Un especial agradecimiento a nuestra asesora, Dra. Luz Paucar Menacho, por su apoyo y orientación en nuestra tesis.

Gracias al Ing. Pedro David Ayala Cruz y a los profesores por el tiempo tomado para poder apoyarnos de una u otra manera en este proyecto de investigación. Muchas gracias por la información brindada y apoyo desinteresado para culminar con éxito el desarrollo de esta tesis.

A nuestros amigos del Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial, Janet M., Willian R. y Elizabeth C., quienes nos brindaron su apoyo y ayuda incondicional.

Sandoval Micha Diana Carolina

ÍNDICE

RESUMEN.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN	18
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	20
2.1. Trigo.....	20
2.1.1. Generalidades del Trigo.....	20
2.1.2. Taxonomía y morfología	21
2.1.3. Composición química del trigo.....	23
2.1.4. Propiedades y beneficios del trigo	24
2.1.5. Harina de trigo	25
2.2. Moringa Oleifera	26
2.2.1. Generalidades de la Moringa Oleifera	26
2.2.2. Taxonomía y morfología	28
2.2.3. Composición de Moringa Oleifera	32
2.2.4. Producción nacional.....	34
2.2.5. Harina de Moringa Oleifera.....	35
2.3. La Soya	41
2.3.1. Generalidades de la soya.....	41
2.3.2. Taxonomía y Morfología	42
2.3.3. Composición Química De La Soya	44
2.3.4. Propiedades y beneficios de la Soya.....	44
2.3.5. Harina De Soya.....	45
2.4. Control de Calidad de las Harinas.....	46
2.4.1. Contenido de Humedad	46
2.4.2. Proteína	46
2.4.3. Prueba de ceniza	47
2.4.4. Color de Harinas	47
2.5. Generalidades de la Galleta	48
2.5.1. Definición de la Galleta	48
2.5.2. Características de calidad en las Galletas	48
2.5.3. Insumos	50
2.5.4. Embalaje	52
2.6. Evaluación sensorial.....	54
2.6.1. Olor y sabor	54

2.6.2. Textura	54
2.6.3. Método de Karlsruhe	55
2.7. Vida Útil	56
2.7.1. Principales factores	56
2.7.2. Determinación de la vida útil de los alimentos	57
2.7.3. Diseños del estudio de la vida media de un alimento	59
III. MATERIALES Y MÉTODOS	61
3.1. Lugar de ejecución	61
3.2. Materia Prima e insumos	61
3.2.1. Harina de trigo	61
3.2.2. Harina de soja	61
3.2.3. Harina de Moringa	62
3.2.4. Insumos	63
3.3. Equipos, materiales y reactivos	63
3.3.1. Equipos para la elaboración de harina de moringa y soja	63
3.3.2. Equipos en la elaboración de galletas	64
3.3.3. Equipos para la evaluación tecnológica de las galletas	65
3.4. Metodología	67
3.4.1. Procedimiento de elaboración de harina de moringa	67
3.4.2. Procedimiento de elaboración de harina de soja	71
3.4.3. Evaluación de Harinas	74
3.4.4. Diseño experimental	76
3.4.5. Formulación de galletas	79
3.4.6. Procedimiento de elaboración de las galletas	82
3.4.7. Evaluación de las galletas	87
3.4.8. Evaluación de la galleta de mejor formulación y control	90
3.5. Vida Útil en las galletas dulces	92
3.5.1. Vida Útil según el método de Weibull;Gacula y Sing	93
3.5.2. Análisis sensorial	96
3.5.3. Análisis tecnológico	96
3.5.4. Análisis microbiológico	97
3.5.5. Envase y Almacenamiento de la galleta	99
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	100
4.1. Análisis de la harina de trigo, soja y moringa	100

4.1.1. Caracterización químico proximal.....	100
4.1.2. Análisis fisicoquímico	104
4.2. Cálculo del Score químico de las formulaciones.....	106
4.3. Evaluación de las galletas	108
4.3.1. Características Tecnológicas.....	108
4.3.2. Evaluación Sensorial.....	122
4.3.3. Elección de la Mejor formulación	137
4.4. Análisis de la galleta de mejor formulación y control.....	140
4.4.1. Caracterización química proximal	140
4.4.2. Evaluación Fisicoquímica.....	141
4.4.3. Vida Útil en las galletas	149
V. CONCLUSIONES.....	159
VI. RECOMENDACIONES	161
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	162
VIII. ANEXOS.....	170
8.1 ANEXO I: Balance de materia de la harina de soya y harina de moringa	170
8.2 ANEXO II: Tablas del análisis de varianza (ANOVA) en la evaluación de Galletas	171
8.3 ANEXO III: Determinación del tiempo de Vida útil	173
8.4 ANEXO IV: Determinación de proteínas, grasa y fibra en las harinas	181
8.5 ANEXO V: Escala Karlsruhe para medir el grado de aceptación de galletas..	183
8.6. ANEXO VI: TURNITIN	186

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: TAXONOMÍA DEL TRIGO	21
TABLA 2 : VALOR NUTRICIONAL (POR 100 G. DE TRIGO)	24
TABLA 3: <i>HARINA DE TRIGO (100 G)</i>	26
TABLA 4 : TAXONOMÍA DE LA MORINGA	28
TABLA 5: CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA HOJA DE MORINGA (100G)	33
TABLA 6: CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN LA HOJA DE MORINGA	33
TABLA 7: <i>TAXONOMÍA DE LA SOYA</i>	42
TABLA 8 : VALOR NUTRICIONAL (POR 100G DE PORCIÓN APROVECHABLE DE SOYA).	44
TABLA 9: <i>COMPOSICIÓN DE HARINA DE SOYA (G/100 G)</i>	45
TABLA 10: <i>COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN LA SOYA (MG/100 G)</i>	46
TABLA 11: <i>CRITERIOS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS GALLETAS</i>	50
TABLA 12: <i>COMPOSICIÓN DE LA GALLETA DULCE EN 100 G</i>	50
TABLA 13: EQUIPOS PARA LA ELABORACIÓN DE HARINAS.....	63
TABLA 14: EQUIPOS EN LA ELABORACIÓN DE LA GALLETA	64
TABLA 15: <i>EQUIPOS PARA EVALUACIÓN TECNOLÓGICA DE LAS GALLETAS</i>	66
TABLA 16: VALOR DE SEGÚN EL NÚMERO DE VARIABLES	78
TABLA 17: <i>NIVELES DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES DEL DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL (DCCR) 2², INCLUYENDO ENSAYOS EN CONDICIONES AXIALES Y REPETICIONES EN EL PUNTO CENTRAL</i>	78
TABLA 18: VALORES CODIFICADOS Y VALORES REALES DEL DCCR2²	79
TABLA 19: FORMULACIÓN PATRÓN UTILIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS.	80
TABLA 20: CANTIDAD DE INGREDIENTES EN PORCENTAJE PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS	80
TABLA 21: <i>PORCENTAJES DE FORMULACIONES</i>	81
TABLA 22: <i>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN, GALLETERÍA Y PASTELERÍA</i>	97
TABLA 23: VALORACIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN ESCALA DE KARLSRUHE	98

TABLA 24: <i>HARINA DE TRIGO</i>	100
TABLA 25: <i>HARINA DE SOYA</i>	102
TABLA 26: COMPOSICIÓN HARINA DE MORINGA	103
TABLA 27: <i>ANÁLISIS DE COLOR EN LAS HARINAS DE TRIGO, SOYA Y MORINGA</i>	104
TABLA 28: <i>AW Y PH DE LAS HARINAS DE TRIGO, SOYA Y MORINGA</i>	105
TABLA 29: SCORE QUÍMICO DE LAS FORMULACIONES	107
TABLA 30: <i>TEXTURA INSTRUMENTAL DE LAS GALLETAS DE HARINAS DE TRIGO, SOYA Y MORINGA</i>	108
TABLA 31: <i>COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA LA TEXTURA INSTRUMENTAL DE LAS GALLETAS</i>	109
TABLA 32: <i>COLORIMETRÍA DE CORTEZA</i>	112
TABLA 33: <i>COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA LUMINOSIDAD DE LAS GALLETAS</i>	113
TABLA 34: <i>COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA LA RESPUESTA CROMACIDAD DE LAS GALLETAS</i>	115
TABLA 35: <i>ACTIVIDAD DE AGUA (AW) DE LAS GALLETAS</i>	116
TABLA 36: <i>COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA LA ACTIVIDAD DE AGUA (AW) DE LAS GALLETAS</i>	117
TABLA 37: <i>VOLUMEN ESPECÍFICO</i>	120
TABLA 38: <i>COEFICIENTES DE REGRESIÓN DEL VOLUMEN ESPECÍFICO</i>	120
TABLA 39: <i>PUNTAJES PARA CADA FACTOR EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL</i>	123
TABLA 40: <i>COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA EL SABOR SENSORIAL DE LA GALLETA</i>	124
TABLA 41: <i>PUNTAJE PARA OLOR SENSORIAL</i>	127
TABLA 42: <i>COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA EL OLOR SENSORIAL</i>	127
TABLA 43: <i>PUNTAJE PARA COLOR SENSORIAL</i>	130
TABLA 44: <i>COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA COLOR SENSORIAL</i>	130
TABLA 45: <i>PUNTAJE PARA TEXTURA SENSORIAL</i>	133
TABLA 46: <i>COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA LA TEXTURA SENSORIAL</i>	134
TABLA 47: <i>RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE SUPERFICIE DE RESPUESTA EVALUADO POR EL DISEÑO (DCCR)</i> <i>DE LOS ATRIBUTOS DE MAYOR RELEVANCIA PARA ELECCIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN.</i>	137
TABLA 48: <i>ELECCIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN DE ACUERDO A LOS ATRIBUTOS PONDERADOS</i>	138

TABLA 49: <i>ANÁLISIS DE GALLETAS DE MEJOR FORMULACIÓN Y CONTROL</i>	140
TABLA 50: PORCENTAJE DE HUMEDAD	142
TABLA 51:AW EN 21 DÍAS	144
TABLA 52: pH EN LAS GALLETAS	145
TABLA 53: <i>COLORIMETRÍA DE LA GALLETA DE MEJOR FORMULACIÓN</i>	147
TABLA 54: <i>TEXTUROMETRÍA EN 21 DÍAS DE ALMACENAMIENTO</i>	148
TABLA 55: <i>ACIDEZ EN LOS 31 DÍAS DE ALMACENAMIENTO</i>	152
TABLA 56: <i>VARIACIÓN DE PESOS EN BOLSAS DE POLIPROPILENO</i>	154
TABLA 57: <i>VARIACIÓN DE PESOS EN B. DE POLIPROPILENO METALIZADO</i>	155
TABLA 58: RECUENTO DE MOHOS EN GALLETAS.....	156
TABLA 59: BALANCE DE MATERIA PARA LA HARINA DE SOYA	170
TABLA 60 :BALANCE DE MATERIA PARA LA HARINA DE MORINGA.....	170
TABLA 61: <i>ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LA TEXTURA (MJ) DE LAS GALLETAS</i>	171
TABLA 62: <i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA AW EN LAS GALLETAS</i>	171
TABLA 63: <i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA VOLUMEN ESPECÍFICO (ANOVA)</i>	171
TABLA 64: <i>ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL SABOR SENSORIAL DE LAS GALLETAS</i>	172
TABLA 65: <i>ANÁLISIS DE VARIANZA ANOVA PARA EL OLOR SENSORIAL</i>	172
TABLA 66: <i>ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL COLOR SENSORIAL</i>	172
TABLA 67: <i>ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA TEXTURA SENSORIAL</i>	172
TABLA 69:CÁLCULO DE LA SUMATORIA DE CUADRADOS DE ERRORES EXPERIMENTALES.....	177
TABLA 70: DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL Y LÍMITES DE CONFIANZA PARA EL VALOR DE ACIDEZ	178

INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>ILUSTRACIÓN 1: ÁRBOL DE MORINGA OLEIFERA</i>	28
<i>ILUSTRACIÓN 2: FLORES DE MORINGA</i>	30
<i>ILUSTRACIÓN 3: FRUTO DE MORINGA O.</i>	31
<i>ILUSTRACIÓN 4: HOJAS DE MORINGA O</i>	31
<i>ILUSTRACIÓN 5: HARINA DE HOJAS DE MORINGA O.</i>	36
ILUSTRACIÓN 6: HARINA DE TRIGO	61
ILUSTRACIÓN 7: HARINA DE SOJA	62
ILUSTRACIÓN 8 : HARINA DE MORINGA.....	62
ILUSTRACIÓN 9: INGREDIENTES PARA GALLETAS.....	63
ILUSTRACIÓN 10: EQUIPOS PARA ELABORACIÓN DE HARINAS	63
ILUSTRACIÓN 11 : EQUIPOS ARA ELABORACIÓN DE GALLETAS	64
ILUSTRACIÓN 12: EQUIPOS DE EVALUACIÓN TECNOLÓGICA	65
ILUSTRACIÓN 13: RECEPCIÓN DE HOJAS DE MORINGA	67
ILUSTRACIÓN 14: LIMPIEZA DE LAS HOJAS DE MORINGA.....	67
ILUSTRACIÓN 15: PESADO DE LAS HOJAS DE MORINGA	68
ILUSTRACIÓN 16: SECADO DE LAS HOJAS DE MORINGA	68
ILUSTRACIÓN 17: MOLIENDA DE LAS HOJAS DESHIDRATAS DE MORINGA	69
ILUSTRACIÓN 18: PULVERIZADO DE MORINGA.....	69
ILUSTRACIÓN 19: ENVASADO DE LA HARINA DE MORINGA	69
ILUSTRACIÓN 20: DIAGRAMA DE FLUJO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE MORINGA.....	70
ILUSTRACIÓN 21: RECEPCIÓN DEL FREJOL DE SOYA	71
ILUSTRACIÓN 22: LIMPIEZA DEL FREJOL DE SOYA.....	71
ILUSTRACIÓN 23: SECADO DEL FREJOL DE SOYA	72
ILUSTRACIÓN 24: MOLIENDA DE LA SOYA.....	72
ILUSTRACIÓN 25: ENVASADO DE LA HARINA DE SOYA	72

ILUSTRACIÓN 26: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA OBTENCIÓN DE HARINA DE SOYA	73
ILUSTRACIÓN 27: ANÁLISIS DE HUMEDAD.....	74
ILUSTRACIÓN 28: ANÁLISIS DE CENIZA.....	75
ILUSTRACIÓN 29: MEZCLA DE HARINAS.....	83
ILUSTRACIÓN 30: MEZCLA CON LOS INGREDIENTES	83
ILUSTRACIÓN 31: MASA DE FORMULACIONES	84
ILUSTRACIÓN 32: LAMINADO DE LA MASA	84
ILUSTRACIÓN 33: HORNEADO DE GALLETAS	85
ILUSTRACIÓN 34: DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE GALLETAS DE HARINA DE TRIGO, SOYA Y MORINGA	86
ILUSTRACIÓN 35: TEXTURA INSTRUMENTAL DE LA GALLETA.....	87
ILUSTRACIÓN 36: BANDEJAS CON GALLETAS DE MORINGA Y SOYA.....	89
ILUSTRACIÓN 37: PANELISTAS PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS.....	89
ILUSTRACIÓN 38: HUMEDAD EN LA GALLETA CONTROL Y LA MEJOR FORMULACIÓN.....	90
ILUSTRACIÓN 39: ANÁLISIS DE CENIZA.....	91
ILUSTRACIÓN 40: DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ.....	91
ILUSTRACIÓN 41: PH METRO.....	92
ILUSTRACIÓN 42 : GRÁFICO DE SUPERFICIE RESPUESTA DE TEXTURA (MJ), EN FUNCIÓN DE:% DE H.DE SOYA Y % DE H. DE MORINGA.....	110
ILUSTRACIÓN 43 : GRÁFICO DE CONTORNO DE TEXTURA (MJ), EN FUNCIÓN DE: % DE H. DE SOYA Y % DE H. DE MORINGA.....	110
ILUSTRACIÓN 44: SUPERFICIES DE RESPUESTA PARA LA LUMINOSIDAD DE LA GALLETA EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE HARINA DE SOYA (%) Y CONTENIDO HARINA DE MORINGA (%).	114
ILUSTRACIÓN 45 :GRÁFICO DE CONTORNO PARA LA LUMINOSIDAD DE LA GALLETA EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE HARINA DE SOYA (%) Y CONTENIDO HARINA DE MORINGA.....	114
ILUSTRACIÓN 46 SUPERFICIES DE RESPUESTA PARA LA AW DE LA GALLETA EN FUNCIÓN	118

ILUSTRACIÓN 47: GRÁFICO DE CONTORNO PARA LA ACTIVIDAD DE AGUA DE LA GALLETA EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE HARINA DE SOYA (%) Y CONTENIDO HARINA DE MORINGA (%).	118
ILUSTRACIÓN 48: SUPERFICIE DEL VOLUMEN ESPECIFICO DE LA GALLETA EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE HARINA DE MORINGA(%) Y CONTENIDO DEL HARINA DE SOYA(%)	121
ILUSTRACIÓN 49: GRÁFICO DE CONTORNO DE LA GALLETA EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE HARINA DE SOYA (%) Y CONTENIDO HARINA DE MORINGA (%).	121
ILUSTRACIÓN 50: SUPERFICIE DE RESPUESTA PARA SABOR SENSORIAL DE GALLETAS EN FUNCIÓN DE: CONTENIDO DE HARINA DE SOYA (%) Y HARINA DE MORINGA (%).	125
ILUSTRACIÓN 51: GRÁFICA DE CONTORNO PARA SABOR SENSORIAL DE GALLETAS EN FUNCIÓN DE: CONTENIDO DE HARINA DE SOYA (%) Y HARINA DE MORINGA (%).	125
ILUSTRACIÓN 52: SUPERFICIE DE RESPUESTA PARA OLOR SENSORIAL DE GALLETAS EN FUNCIÓN DE: CONTENIDO DE HARINA DE SOYA (%) Y HARINA DE MORINGA (%).	128
ILUSTRACIÓN 53: GRÁFICA DE CONTORNO PARA OLOR SENSORIAL DE GALLETAS EN FUNCIÓN DE: CONTENIDO DE HARINA DE SOYA (%) Y HARINA DE MORINGA (%).	128
ILUSTRACIÓN 54: SUPERFICIE DE RESPUESTA PARA COLOR SENSORIAL DE GALLETAS EN FUNCIÓN DE: CONTENIDO DE HARINA DE SOYA (%) Y HARINA DE MORINGA (%).	131
ILUSTRACIÓN 55: GRAFICA DE CONTORNO PARA COLOR SENSORIAL DE GALLETAS EN FUNCIÓN DE: CONTENIDO DE HARINA DE SOYA (%) Y HARINA DE MORINGA (%).	132
ILUSTRACIÓN 56 SUPERFICIE DE RESPUESTA PARA TEXTURA SENSORIAL DE GALLETAS EN FUNCIÓN DE: CONTENIDO DE HARINA DE SOYA (%) Y HARINA DE MORINGA (%).	135
ILUSTRACIÓN 57: GRAFICA DE CONTORNO PARA TEXTURA SENSORIAL DE GALLETAS EN FUNCIÓN DE: CONTENIDO DE HARINA DE SOYA (%) Y HARINA DE MORINGA (%).	135
ILUSTRACIÓN 58: % HUMEDAD DE LAS GALLETAS	142
ILUSTRACIÓN 59: AW DE LAS GALLETAS	144
ILUSTRACIÓN 60: PH DE LAS GALLETAS	146
ILUSTRACIÓN 61: COLORIMETRÍA EN LA GALLETA DE MEJOR FORMULACIÓN	147

ILUSTRACIÓN 62: TEXTURA INSTRUMENTAL DE LAS GALLETAS	148
ILUSTRACIÓN 63: ACEPTABILIDAD EN LAS GALLETAS	150
ILUSTRACIÓN 64: GRÁFICA DE LA FUNCIÓN LINEALIZADA DE WEIBULL	151
ILUSTRACIÓN 65: % DE ACIDEZ EN LOS 31 DÍAS.....	153
ILUSTRACIÓN 66: VIDA ÚTIL SEGÚN % DE ACIDEZ.....	153
ILUSTRACIÓN 67: VARIACIÓN DE PESOS EN BOLSAS DE POLIPROPILENO.....	155
ILUSTRACIÓN 68: VARIACIÓN DE PESOS EN BOLSAS DE POLIPROPILENO METALIZADO.....	155
<i>ILUSTRACIÓN 69: TENDENCIA DEL SABOR SENSORIAL DE LA GALLETA DE MEJOR FORMULACIÓN DURANTE LOS 31 DÍAS DE ALMACENAMIENTO.</i>	<i>176</i>
ILUSTRACIÓN 70: TENDENCIA SEGÚN EL VALOR DE ACIDEZ EN LOS 31 DÍAS DE ALMACENAMIENTO	179

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de moringa y harina de soya en la elaboración de galletas dulces, logrando así un producto que cumpla con los estándares de calidad requerido. Para ello se elaboraron 11 formulaciones, con diferentes niveles de sustitución en las harinas, se utilizó un Diseño Compuesto Central Rotacional 2²; fueron evaluadas en función de las características tecnológicas (Textura instrumental, Colorimetría, Volumen específico y Aw) y sensoriales. Su caracterización química proximal de la mejor formulación es de 10.38 % en proteínas, 2.27 % en ceniza ,16.87 % en grasa y 0.80% en fibra. La mejor formulación contenía 84% harina de trigo ,6% de harina de moringa y 10% harina de soya. El tiempo de vida útil según el análisis microbiológico en la galleta dulce es de 31 días.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of the partial replacement of wheat flour with moringa flour and soy flour in the preparation of sweet cookies, thus achieving a product that meets the required quality standards. For this, 11 formulations were prepared, with different levels of substitution in the flours, a Rotational Central Composite Design 22 was used; were evaluated according to the technological characteristics (Instrumental texture, Colorimetry, Specific volume and A_w) and sensory. Its proximal chemical characterization of the best formulation is 10.38% in proteins, 2.27% in ash, 16.87% in fat and 0.80% in fiber. The best formulation contained 84% wheat flour, 6% moringa flour and 10% soy flour. The shelf life according to the microbiological analysis in the sweet cookie is 31 days.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú se encuentra variedades de plantas herbáceas que brindan grandes beneficios a la población siendo una de ellas la soya, que ha alcanzado una alta demanda en el mercado peruano a nivel nacional e internacional, por poseer altos niveles de proteínas. Así también la moringa oleífera que se viene cultivando en las zonas costeras del Perú, ha destacado por sus propiedades medicinales, y efecto antioxidante además de ser rica en vitaminas, proteínas y carbohidratos, en el Perú muchos desconocen los grandes beneficios que otorga las hojas de moringa.

La moringa es un cultivo importante en la India, Etiopía, Filipinas y Sudán, y se está cultivando en África oriental, occidental y austral, Asia tropical, América Latina, el Caribe, Florida y las islas del Pacífico. Dichos países están procesando las hojas de moringa en variedades de productos como: suplementos vitamínicos, bebidas energizantes, cápsulas medicinales, productos de panificación, etc.

A pesar del elevado valor nutricional que posee la soya, en el Perú su consumo viene siendo escaso. La soya es mayormente utilizada como leche de soya, salsa de soya, y en harinas, pero en menores porcentajes. Tanto la harina de soya como la harina de hojas de moringa tienen una composición nutricional rica en proteínas, carbohidratos y en otros nutrientes capaces de actuar como suplemento alimenticio en la dieta humana, sin embargo, son escasamente consumidas. Actualmente las galletas dulces se están convirtiendo en un alimento de consumo masivo, pero el valor nutricional que poseen estas galletas es bajo dado que solo contienen harinas simples. Frente a este problema se plantea una posible alternativa de mejora, formulando una nueva composición de galletas que no solo satisfagan las necesidades de alimentación, sino también las necesidades nutritivas y proteicas de este producto como es el complementar la harina de

trigo con otras harinas; como la harina de soya y harina de hojas de moringa se mejora la calidad de la galleta por el gran aporte nutricional de estas destacando en su valor más elevado las proteínas y carbohidratos, los cuales son de vital importancia para brindar energía al cuerpo. El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) por la harina de hojas de moringa (*moringa oleífera*) y harina de soya (*glycine max*) en distintas formulaciones mediante la tecnificación del proceso en la elaboración de galletas dulces, encontrando la mejor formulación que sea un alimento enriquecido con buenas características sensoriales y que cubra los requerimientos nutricionales básicos.

Para el desarrollo de estudio se plantearon los siguientes objetivos específicos: Caracterizar fisicoquímicamente la harina de soya (*glycine max*) y harina de hojas de moringa (*moringa oleífera*); elaborar galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de hojas de moringa (*moringa oleífera*) y harina de soya (*glycine max*); evaluar los porcentajes de sustitución parcial de harina de trigo por harina de hojas de moringa (*moringa oleífera*) y harina de soya (*glycine max*) y su efecto en las características tecnológicas de la galleta dulce; evaluar las características tecnológicas y sensoriales de las galletas dulces, con harinas de moringa (*moringa oleífera*) y soya (*glycine max*); determinar la composición proximal y características fisicoquímicas de la mejor formulación de galleta dulce, con harinas de moringa y soya; evaluar la vida útil de la mejor formulación de la galleta dulce.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. Trigo

2.1.1. Generalidades del Trigo

El trigo pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceae), siendo las variedades más cultivadas *Triticum durum*, *T. compactum*. El trigo harinero llamado *T. aestivum* es el cereal panificable más cultivado en el mundo. Es el cereal más extensamente cultivado en el mundo y sus productos son muy importantes en la nutrición humana. En muchas partes donde no se puede cultivar el trigo, éste se importa y se está convirtiendo cada vez más en una parte importante de la dieta, especialmente para la población urbana. Sin embargo, la importación de trigo, como sucede con otros productos, debe compensarse con adecuadas exportaciones, para evitar que se drenen las divisas comerciales de un país. (Ruiz, 2015)

Las últimas previsiones sobre la producción mundial de trigo en 2018 ascienden a 750 millones de toneladas, es decir, 7 millones de toneladas por debajo del nivel casi sin precedentes de 2017, pero con todo 6 millones de toneladas por encima de lo estimado el mes pasado, a raíz del incremento previsto de la superficie sembrada en los Estados Unidos de América y la mejora de las perspectivas en la Federación de Rusia. En los Estados Unidos, de acuerdo con las últimas previsiones (29 de marzo de 2018) del Departamento de Agricultura relativas a la siembra de 2018, que indican un aumento de las plantaciones de trigo respecto al año pasado, la producción total de trigo podría recuperarse ligeramente del descenso del año pasado. Se estima que la utilización mundial de trigo en 2017/18 alcanzará un récord absoluto de 736,4 millones de toneladas, esto es, un 0,4 % (2,8 millones de toneladas) más que en el

mes anterior y actualmente un 0,3 % (2,5 millones de toneladas) por encima del nivel estimado respecto de la campaña 2016/17. El incremento respecto del mes pasado refleja esencialmente la previsión de un mayor uso industrial, mientras que la expansión respecto de 2016/17 se atribuye principalmente al aumento previsto del 1,2 % de la utilización de trigo como alimento. (FAO, 2017)

2.1.2. Taxonomía y morfología

2.1.2.1. Taxonomía

Pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceae), entre las variedades más cultivadas *Triticum durum* y *T. compactum*. (Arellano & Rojas, 2016).

Tabla 1: Taxonomía del trigo

TAXONOMÍA	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Pooideae
Tribu	Triticeae
Género	<i>Triticum</i> L.

Fuente: (Infoagro, 2016)

2.1.2.2. Morfología

Las partes de la planta de trigo se pueden describir de la siguiente manera:

a) Raíz

Las raíces del trigo son fasciculadas y suelen llegar a medir más de un metro, aunque en torno al 50% de las raíces se encuentran en los primeros 25 cm del suelo. La densidad de las raíces varía según el tipo de cultivo del trigo, en seco las raíces tienen menos densidad que en regadío. (Infoagro, 2016)

b) Tallo

El tallo del trigo es un tallo recto y cilíndrico de tipo herbáceo, poco ramificado y hueco. Generalmente posee 6 nudos y su longitud se encuentra entre 60 y 120 cm, aunque varía según la especie de trigo que se cultiva. (Infoagro, 2016)

c) Hojas

En el trigo sus hojas tienen una forma linear-lanceolada (alargadas, rectas y terminadas en punta) con vaina, lígula y aurículas bien definidas.

d) Inflorescencia

Son las espigas están compuestas de 15 a 25 espiguillas que se presentan dispuestas alternativamente a derecha e izquierda en torno a un raquis. Cada espiguilla presenta externamente dos brácteas denominadas glumas y contiene de tres a cinco antecios dispuestos sobre una raquilla. Cada uno de los antecios se compone de una lemma, de una pálea y de una flor. Normalmente dos antecios son estériles, generándose un máximo de dos a tres flores fértiles por espiguilla. (Infoagro, 2016)

e) Flor:

Su flor tiene un pistilo y tres estambres. Se encuentra protegida por dos brácteas verdes o glumillas, la exterior se prolonga en una arista en los trigos barbados” (Infoagro, 2016)

f) Granos

El fruto es un grano de forma ovoide con una ranura en la parte ventral. El grano está protegido por el pericarpio, el resto que es en su mayor parte del

grano está formada por el endospermo, el endospermo contiene las sustancias de reserva, constituyendo la masa principal del grano.

El pericarpio es la envoltura de la semilla y está compuesto de varias capas de células, las capas externas frecuentemente se desprenden durante la limpieza o acondicionamiento. Su estructura se divide en epicarpio, mesocarpio y endocarpio. Las funciones principales del pericarpio son proteger el grano contra agentes bióticos externos (insectos, microorganismos), impedir la pérdida de humedad y conducir y distribuir el agua y otros nutrientes durante la germinación. (León & Rosell, 2013)

2.1.3. Composición química del trigo

La composición del grano de trigo puede variar de acuerdo con la región, condiciones de cultivo y año de cosecha. También la calidad y cantidad de nutrientes dependen de las especies de los trigos que influirán en sus propiedades nutritivas y funcionales. En general el grano maduro está compuesto por hidratos de carbono, compuestos nitrogenados, lípidos, minerales y agua, junto con algunas vitaminas, enzimas y otras sustancias. Los hidratos de carbono totales contribuyen al 77 al 87 % de la materia seca total y son los componentes más importantes de los cuales aproximadamente el 64% es almidón y el resto son, carbohidratos solubles e insolubles que constituyen la fibra dietética. (Altenbach, 2013)

Tabla 2 : Valor Nutricional (por 100 g. de trigo)

NUTRIENTES	CANTIDAD
Agua (g)	12.6
Proteínas (g.)	11.73
Carbohidratos Totales (g)	60.97
Extracto etéreo (g)	1.7
Fibra (g)	10.30
Ceniza (g)	1.5
Calcio (mg)	43.7
Fosforo (mg)	314
Zinc (mg)	2.98
Tiamina (mg)	0.42
Riboflavina (mg)	0.17
Niacina(mg)	3.87
Hierro (mg)	10.0

Fuente: (FUNIBER, 2016)

2.1.4. Propiedades y beneficios del trigo

Posee las siguientes propiedades:

-Propiedades funcionales, solubilidad en agua, y tiene capacidad de emulsificación, capacidad de absorción de agua, aceite y gelificación.

- La solubilidad es una de las características más importantes de las proteínas del salvado de trigo, ya que influye directamente en el resto de las propiedades funcionales. Además, se ha determinado que la digestibilidad, el perfil de aminoácidos y la capacidad de absorción de grasa de las proteínas contenidas en una mezcla de salvado de trigo, germen y harina, las hace factibles de utilización como enriquecedores de harina, para la elaboración de pan. (Chaquilla & Mendoza, 2018)

-Aporte energético, los carbohidratos contenidos en el trigo, brindan la energía que el cuerpo necesita a diario.

-La Fibra, ayuda a que se den en el organismo las condiciones favorables para la eliminación de determinadas sustancias nocivas como colesterol o ciertas sales biliares, y colabora en la disminución de glucosa y ácidos grasos en la sangre. Colabora además en la eliminación de agentes cancerígenos.

-Armoniza las elevaciones de glucemia y colesterol en la sangre. (Kubola, 2014)

2.1.5. Harina de trigo

2.1.5.1. Definición

También se entiende por harina de trigo, al producto finamente triturado resultante de la molturación del grano de trigo industrialmente limpio o la mezcla de éste con el Trigo, en la proporción máxima del (80 % y 20 %), procedente principalmente del endospermo del grano y el salvado. Hay tres tipos generales de harina. La harina blanca o refinada está hecha únicamente de endospermo. La harina marrón incluye algunos de los gérmenes o salvado, mientras que la de grano entero o integral está hecha del grano entero, incluyendo el salvado, endospermo, y germen. La harina de germen está hecha del endospermo y germen, excluyendo el salvado. (CANIMOLT, 2013)

2.1.5.2. Características

La harina contiene entre un 65 y un 70% de almidones, pero su valor nutritivo fundamental está en su contenido, ya que tiene del 9 al 14% de proteínas; siendo las más importantes la gliadina y la gluteína, además de contener otras componentes como celulosa, grasas y azúcar.

La molienda de trigo consiste en separar el endospermo que contiene el almidón de las otras partes del grano. El trigo entero rinde más del 72% de harina blanca y el resto es un subproducto. En la molienda, el grano de trigo se

somete a diversos tratamientos antes de convertirlo en harina. (CANIMOLT, 2013)

2.1.5.3. Composición química de la harina de trigo

Tabla 3: Harina de Trigo (100 g)

ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD
Proteínas	9.30	g
Calorías	353	kcal
Grasas	1.2	g
Carbohidratos	80.0	g
Fibras	0.40	g
Calcio	15.0	mg
Fosforo	1.4	mg
Hierro	0.03	mg
Tiamina	0.15	mg
Niacina	0.05	mg

Fuente: (INFOODS, 2017)

2.2. Moringa Oleifera

2.2.1. Generalidades de la Moringa Oleifera

La moringa es una especie de un árbol importante en la India, Etiopía, Filipinas y Sudán, y se está cultivando en África oriental, occidental y austral, Asia tropical, América Latina, el Caribe, Florida y las islas del Pacífico.

La Moringa oleifera es la especie económicamente más valiosa y procede de Asia meridional, donde crece en las estribaciones del Himalaya, pero se cultiva extensamente en los trópicos. Pueden encontrarse hasta nueve especies al este de Etiopía, al norte de Kenia y en Somalia, siendo ocho de ellas endémicas en África. Considerada una fuente de suplementos y beneficios que ayudan a mejorar

notablemente la calidad de vida. Todas las partes del árbol de moringa-corteza, vainas, hojas, semillas, tubérculos raíces y flores son comestibles y utilizados de diversas formas. Las hojas se utilizan frescas o secas y molidas o en polvo. Las vainas se cosechan cuando aún están verdes y se comen frescas o cocidas. El aceite de semilla de moringa es dulce, no se pega, no se seca y no se enrancia, mientras que la torta hecha con semillas se utiliza para purificar el agua potable. (FAO, 2013).

Un análisis nutritivo indica que las hojas de Moringa contienen una riqueza de nutrientes esenciales que evitan enfermedades. Además, contienen todos los aminoácidos esenciales, algo que es poco común en una planta. Dado que las hojas secas son concentradas, contienen grandes cantidades de estos varios nutrientes, con la excepción de la vitamina C, tiene gran importancia en la alimentación, ya que tiene todos los aminoácidos, vitaminas y minerales valiosos, incluso en mayor cantidad que los alimentos típicamente considerados como tales y otras propiedades nutritivas. Además de poseer un amplio uso medicinal, exige poco cuidado agrícola, crece rápidamente (hasta alcanzar entre 3 y 5 metros en un año) y es resistente a la sequía. Esta última característica, unida al bajo costo de producción, la hace ideal para cultivarla en extensas zonas desérticas o semidesérticas del trópico africano, donde existen graves problemas de hambre, desnutrición y subalimentación. (Carrión, 2014)



Ilustración 1: Árbol de moringa Oleifera

Fuente: (Pérez, Sánchez, & Reyes, 2013)

2.2.2. Taxonomía y morfología

2.2.2.1. Taxonomía

La moringa proviene de la familia Moringáceas, de origen Capparidales el cuál comprende 13 especies.

Tabla 4 : Taxonomía de la moringa

Taxonomía	
Reino:	Plantae
Origen:	Capparidales
División:	Magnoliophyta
Clase:	Eudicotyledoneae
Orden:	Brassicales
Familia:	Moringaceae
Género:	Moringa
Especie:	Moringa oleífera
	Moringa Lam

Fuente: (Sorrentino, 2016)

2.2.2.2. Morfología

Moringa oleifera, es un árbol caducifolio delgado de tamaño mediano de rápido crecimiento que puede alcanzar alturas de hasta 12 metros (39 pies), aunque generalmente cuando se cultivan se mantienen podados más cortos para una cosecha más fácil de frutos, el tronco puede alcanzar un diámetro de 45 cm (1.5 pies). La corteza tiene un color gris blanquecino y está rodeada por un grueso corcho. Los brotes jóvenes tienen corteza vellosa o de color blanco verdoso. El árbol tiene una corona abierta de ramas frágiles y caídas y las hojas crean un follaje plumoso de hojas tripinnadas. (Weisgerber, 2013)

Las partes de la planta de Moringa Oleifera se pueden describir de la siguiente manera:

a) Flores: Alcanzan 2,5 cm de ancho, los pétalos blancos y los sépalos amarillentos forman una línea vertical de simetría, doblándose con gracia para ofrecer sus anteras y estigma a las abejas y otros polinizadores.

Las flores son fragantes y bisexuales, rodeadas por cinco pétalos desiguales, delgados y veteados de color blanco amarillento. Las flores miden aproximadamente 1.0-1.5 cm (1/2 ") de largo y 2.0 cm (3/4") de ancho. Crecen en tallos delgados y peludos en racimos florales extendidos o caídos que tienen una longitud de 10-25 cm. Las flores se agrupan en panículas y cuando se desarrolla la fruta en forma de vaina, las ramas del árbol se doblan bajo el peso de los racimos pesados. La floración comienza dentro de los primeros seis meses después de la siembra. En las regiones estacionalmente frescas, la floración solo ocurre una vez al año entre abril y junio. En

temperaturas estacionales más constantes y con lluvias constantes, la floración puede ocurrir dos veces o incluso durante todo el año. (Fahey, 2013)



Ilustración 2: Flores de Moringa

Fuente: (Fahey, 2013)

b) Frutos: Los frutos no se producen en el primer año, y el rendimiento es generalmente bajo durante los primeros años. Para el segundo año, produce alrededor de 300 pounds, en el año 3 alrededor de 400-500. Un buen árbol puede producir 1000 o más vainas. En India, una hectárea puede producir 31 toneladas de vainas por año. Bajo las condiciones del norte de India, las frutas maduran durante el verano. A veces, especialmente en el sur de la India, las flores y las frutas aparecen dos veces al año, por lo que se producen dos cosechas, de julio a septiembre y de marzo a abril. Alrededor de 9 semillas se desarrollan en cada fruto alargado; cuando la cápsula se seca y se parte, las semillas se dispersan en el viento. La fruta es una cápsula marrón colgante, de tres lados, de 20-45 cm de tamaño que contiene semillas globulares de color marrón oscuro con un diámetro de alrededor de 1 cm. Las semillas tienen tres alas blanquecinas de papel y son dispersadas por el viento”. (Moussa, 2014).



Ilustración 3: Fruto de Moringa O.

Fuente: (Moussa, 2014)

c) Hojas: Las hojas del árbol *Moringa oleifera* han demostrado actividad antioxidante debido a su alta cantidad de polifenoles. La cosecha difiere fuertemente entre la estación lluviosa y la seca, con 1120 kg / ha por cosecha y 690 kg / ha por cosecha, respectivamente. Las hojas y los tallos se pueden cosechar de las plantas jóvenes 60 días después de la siembra y luego otras siete veces en el año. En cada cosecha, las plantas se recortan a 60 cm del suelo. (Fahey, 2013)



Ilustración 4: Hojas de Moringa O

Fuente: (Fahey, 2013)

2.2.3. Composición de Moringa Oleifera

La Moringa (*Moringa Oleifera*) presenta un alto contenido de proteínas, vitaminas, minerales y una cantidad excepcional de antioxidantes que le confieren cualidades sobresalientes en la nutrición y salud humana. El contenido de esta planta más de 35 minerales y vitaminas. Esta contiene altos niveles de caroteno (vitamina A), vitaminas B1, B2, B3, C, E, K, además de calcio, hierro, potasio, cobre, magnesio, zinc, todos los aminoácidos esenciales y antioxidantes (ácido ascórbico, flavonoides, fenoles, carotenoides, entre otros). La moringa también es rica en el ramnosa, un azúcar simple, glucosinatos e isotiocianatos. Sus raíces contienen moringina y moringinina, además de otros ingredientes, tales como: fitosterol, ceras, resinas, zeatina, quercetina, ácido cafeoilquínico, pterigospermina y kaempferol. Esta planta fue usada como medicina tradicional desde tiempos remotos, en pacientes con diferentes enfermedades y condiciones. (B.Posmontier, 2017)

Las hojas frescas contienen por cada 100 g: 75 g de agua, 6,7 g de proteínas, 1,7 g de grasa, 14,3 g de carbohidratos, 0,9 g de fibra, 2,3 g de ceniza, 440 mg de calcio, 70 mg de fósforo, 7 mg hierro, 110 µg de cobre, 5,1 µg de yodo, 11.300 UI de vitamina A, 120 µg vitamina B, 0,8 mg de ácido nicotínico, 220 mg de ácido ascórbico y 7,4 mg de tocoferol. Se encuentran sustancias estrogénicas, incluyendo el compuesto antitumoral β -sitosterol y una pectín esterasa. (AFPD, 2015)

Las hojas de este árbol merecen una atención especial. Sus hojas han sido utilizadas como parte de la medicina tradicional en varios países para curar diversas enfermedades. Y los estudios clínicos muestran que la medicina natural no se ha equivocado.

Un análisis nutricional de las hojas demuestra que contienen niveles muy altos de proteína y aminoácidos esenciales, incluyendo dos que son especialmente importantes para la dieta de los niños y las niñas. Las hojas de la Moringa también contienen muchas vitaminas con un valor nutritivo tan poderoso, estas hojas podrían evitar el azote de desnutrición y otras enfermedades relacionadas. (Marthur, 2013).

Tabla 5: Contenido nutricional de la Hoja de Moringa (100g)

	Hojas de Moringa
Carbohidratos	8.2 g
Grasa	1.12 g
Fibra	2 g
Proteína	9.42 g
Agua (%)	78.4
Hierro	4 mg
Magnesio	147 mg
Fosforo	112 mg
Potasio	327 mg
Tiamina (B1)	0.25 mg
Rivoflavina (B2)	0.6 mg
Niacina (B3)	2.22 mg
Vitamina C	50.7 mg
Calcio	185 mg

Fuente: (USDA, 2019)

Tabla 6: Contenido de aminoácidos esenciales en la Hoja de Moringa

	Hojas Frescas	Hojas secas
Arginina	406.6 mg	1325 mg
Histidina	2149.8 mg	613 mg
Isoleucina	299.6 mg	825 mg
Leucina	492.2 mg	1950 mg
Lisina	342.4 mg	1325 mg
Metionina	117.7 mg	350 mg
Fenilalanina	310.3 mg	1388 mg
Treonina	117.7 mg	1380 mg
Triptofano	107 mg	425 mg
Valina	374.5 mg	1063 mg

Fuente: (Cols, 2018)

El árbol se valora principalmente por sus vainas comestibles, tiernas, que tienen un sabor muy similar a los espárragos. Las hojas tiernas saben a berro y, junto con las flores, se comen cocidas o crudas. Son ricos en proteínas, minerales, betacaroteno, tiamina, riboflavina y otras vitaminas, particularmente vitaminas A y C. El ácido ascórbico (vitamina C) el contenido de las vainas verdes varía de 92 a 126 mg por 100 g de pulpa. Los jóvenes frutos, flores y hojas contienen de 5 a 10 por ciento de proteína. Las semillas inmaduras, que saben a cacahuete después de freír, también se consumen crudo o cocido. Las raíces, que tienen el sabor picante de rábano picante se usan como condimento o adornar después de pelar, secar y mezclar con vinagre. Las semillas contienen de un 19 a un 47 por ciento de aceite. Conocido comercialmente como "ben oil", es similar al aceite de oliva y es rico en ácidos palmeo, esteárico, bémico y oleico, y se utiliza para el consumo humano, y en cosméticos y jabones. El aceite es muy apreciado por los perfumistas por su poder de absorber y retener los olores, y por relojeros como lubricante. La torta de aceite se usa como fertilizante. Las semillas secas, en polvo, se han usado, ambos en forma cruda y después de la extracción de su principio activo en éter de petróleo a través de una percolación caliente proceso, como coágulo efectivo y de bajo costo. (Weisgerber, 2013).

2.2.4. Producción nacional

En el Perú existe un total de 20 hectáreas de moringa instaladas en los alrededores de Ica, Pisco, Huacho, Chiclayo, Piura, Tarapoto y Madre de Dios, informó el encargado del Fundo Escondido SAC, Ing. Jorge Chepote, uno de los principales promotores de la planta. La moringa, en manos de agricultores, ha demostrado buenos resultados en

zonas ubicadas por debajo de los 1.500 msnm, con requerimientos hídricos de 3.000 m³. Los beneficios de la moringa están en sus hojas, que, al ser deshidratadas, y molidas, también son utilizados como complemento nutricional para niños de temprana edad. (Benavides, 2013)

2.2.5. Harina de Moringa Oleifera

2.2.5.1 Definición

La harina o polvo de moringa es obtenida de las hojas del árbol de moringa, para ello se cortan las ramas, se cuelga las ramas en algún lugar cerrado que se mantenga fuera de la luz solar o de la lluvia. Las ramas se secarán perfectamente en manera crujiente en aproximadamente una semana, este proceso se terminará, colocándolo en un horno o en un secador, seguidamente se procede a colocarlo en el pulverizador donde se dará por terminado el proceso.

El polvo de las hojas de moringa incrementa significativamente sus propiedades; ayudan a curar úlceras de la piel: una cucharadita de polvo de hoja de moringa previene enfermedades e infecciones y estimula el desarrollo intelectual. Las hojas al estar deshidratada concentran sus propiedades y poseen agradable sabor y aroma, como infusión o especia, además para consumo como polvo de moringa en cápsulas, etc. (Rowlands, 2016).

2.2.5.2 Composición química de la harina de Moringa

La composición química varía en correspondencia con la fracción y origen de la planta (B.Posmontier, 2017); este autor encontró los mayores valores de proteína y energía metabolizable en las hojas y el más bajo valor de fibra cruda.

Tabla 7: Contenido nutricional de la Harina de Moringa (100g)

	Harina de Moringa
Carbohidratos	38.2 g
Grasa	2.3 g
Fibra	19.2 g
Proteína	27.1 g
Agua (%)	7.6
Hierro	28.2 mg
Magnesio	308 mg
Fosforo	204 mg
Potasio	1324 mg
Tiamina (B1)	2.64 mg
Rivoflavina (B2)	20.5 mg
Niacina (B3)	8.2 mg
Vitamina C	17.3 mg
Calcio	2003 mg

Fuente: (USDA, 2019)



Ilustración 5: Harina de Hojas de Moringa O.

Fuente: (Knnap, 2015)

2.2.5.3 Usos y aplicaciones de las hojas de Moringa Oleifera

Usos medicinales y terapéuticos

Las hojas de la Moringa han sido utilizadas para la medicina tradicional, su uso ha sido compartido de una generación a otra por muchos siglos y en muchas culturas. Ahora estas mismas hojas han atraído el interés de la comunidad científica moderna. Los estudios demuestran que los nutrientes en las hojas de la Moringa son bio-disponible de una manera suficiente los beneficios medicinales se acercan a lo que dice la medicina tradicional, por lo cual estamos hablando de una herramienta poderosa para combatir la desnutrición global. Es una herramienta provista por la naturaleza y casi sin costo y puesto en las puertas de la gente que más la necesita. Dicen que cada parte del árbol Moringa tiene sus propiedades benéficas para la humanidad. La gente en diferentes sociedades en todas partes del mundo ha utilizado estas propiedades. (Knnap, 2015)

Las vainas tiernas son comestibles y se usan en sopa o se preparan a manera de espárragos; las raíces tienen sabor picante como el rábano rústico y se usan como condimento en lugar de éste, las semillas maduras se tuestan y consumen como nueces, siendo su sabor dulce, ligeramente amargo y agradable; las almendras son oleaginosas; las hojas se comen como verdura y también pueden servir de forraje”, muchos de estos estudios han comprobado que el tratamiento con la moringa o sus extractos eleva los niveles de una variedad de biomarcadores, antioxidantes y enzimas de detoxificación (Fahey, 2013). Recientemente se ha demostrado la presencia, en M. oleifera, de

importantes fitoquímicos responsables de sus propiedades curativas. En uno de los primeros estudios exhaustivos sobre la composición química de esta especie se reveló que es rica en varias sustancias muy peculiares, como glucosinolatos, isotiocianatos, flavonoides, antocianinas, proantocianidinas y cinamatos; también se incluyó la distribución de fitoquímicos en las distintas partes del árbol. (Benett, 2013)

Existe la práctica en la medicina tradicional de emplear la moringa para tratar tumores. Por lo tanto, miembros del equipo que llevó a cabo este estudio, investigaron la actividad del 4-(4'-O-acetil- α -L-ramnopiranosiloxi) bencil isotiocianato y 4-(L-ramnopiranosiloxi) bencil isotiocianato contra el cáncer. En un estudio de células cultivadas en el laboratorio, se demostró que el 4-(4'-O-acetil- α -L-ramnopiranosiloxi) bencil isotiocianato y el compuesto relacionado niacimicina inhiben fuertemente la inducción de los antígenos que se asocian con ciertos tipos de cáncer. Asimismo, la niacimicina también inhibió la producción de tumores en ratones que recibieron dosis de sustancias cancerígenas, mientras el grupo control fue afectado por numerosos tumores. (Medina, 2013).

Actividad antioxidante

Las diferentes partes de *M. oleifera* contienen más de 40 compuestos con actividad antioxidante. Entre los compuestos con este potencial, ya sea por actividad de captación de radicales libres o por capacidad de formación de quelatos de iones metálicos identificados en las semillas de moringa, se

encuentran compuestos fenólicos como el kaempferol y los ácidos gálico y elálgico. (B.Singh, 2012)

Estudios in vitro demostraron que los extractos de hojas, frutos y semillas de moringa, debido a sus propiedades antioxidantes, protegen las células vivas del daño oxidativo del ADN asociado con el envejecimiento, el cáncer y las enfermedades degenerativas, también se indicó que dichos extractos inhiben la peroxidación lipídica, y se propuso a Moringa Oleifera como un candidato ideal para las industrias farmacéutica, nutracéutica y de alimentos funcionales. (Hernandez, 2009)

En una investigación muy reciente realizada en Kenya se demostró la actividad antimicrobiana de extractos de semillas de M. oleifera sobre las bacterias Salmonella typhii, Vibrio cholerae y Escherichia coli, causantes de la fiebre tifoidea, el cólera y la gastroenteritis. Se trata de agentes antimicrobianos naturales que constituyen un método barato y sostenible para el control de enfermedades y para mejorar la calidad de vida en comunidades pobres. Debe tenerse en cuenta que en muchas regiones rurales de los países subdesarrollados, debido al alto costo del cloro y otros desinfectantes, no se les practica ningún tratamiento a las aguas, lo que genera enfermedades provocadas por los microorganismos contaminantes. (Othman, 2017).

Alimento humano

Prácticamente todas las partes de la planta tienen uso alimenticio. Las frutas, las hojas, las flores, las raíces y el aceite son altamente apreciados por su valor nutritivo. (Becker, 2011)

Las hojas tiernas cocinadas se emplean en la preparación de ensaladas, sopas y salsas; también pueden ser consumidas crudas, como otras verduras. Las flores cocinadas tienen un sabor que recuerda al de algunas setas comestibles. Las vainas tiernas son muy apreciadas en la India; se preparan del mismo modo que las habichuelas y su sabor son parecidos al de los espárragos. Al madurar, las vainas se tornan algo leñosas y pierden cualidades como alimentos. No obstante, las semillas pueden ser separadas de la vaina madura y utilizadas como alimento. Las semillas maduras se pueden preparar de manera similar a los guisantes; y también consumirse fritas, tostadas (como el maní), en infusiones y en salsas. En Malasia, las vainas verdes se utilizan como ingredientes de variedades locales de curry. A partir de las raíces se preparan salsas que, por su sabor, recuerdan al rábano picante; por ello la moringa en algunos sitios se conoce como el árbol del rábano. Las hojas de esta especie presentan un elevado contenido de vitaminas, provitaminas y minerales (Chang & Palada, 2013) .

Además, se ha demostrado que contienen todos los aminoácidos esenciales para la vida, incluyendo algunos como la arginina y la histidina, que se encuentran generalmente en proteínas de origen animal y que son muy importantes para el desarrollo de los infantes. Por esta razón, en la última década la FAO promovió un programa para el uso de moringa dirigido a la población infantil con altos índices de desnutrición y a las madres gestantes y lactantes (Fuglie, 2011). No obstante, debe señalarse que algunas fuentes en Internet reportan números exagerados para comparar esta planta con diferentes

frutas y vegetales en cuanto al contenido de nutrientes. El aceite de moringa es rico en ácido oleico y en tocoferoles. Excepto por su menor contenido de ácido linoleico, dicho aceite presenta composición química y propiedades físicas que lo asemejan al de oliva (Becker, 2011).

También puede ser empleado en el mejoramiento de la estabilidad oxidativa de otros aceites. Durante la conservación, cocción y fritura de los aceites vegetales tradicionales ocurre el deterioro de sus cualidades nutritivas debido a reacciones colaterales de degradación del ácido linoleico. El ácido oleico, el cual es más resistente a la oxidación que el linoleico, está contenido en grandes cantidades en el aceite de *M. oleífera* (Medina, 2013).

2.3. La Soya

2.3.1. Generalidades de la soya

La soya es un frijol que pertenece al grupo de las leguminosas. Viene en una vaina reconocida por su alto contenido de proteína (cerca del 40%) en comparación con otras leguminosas y por su alto valor nutritivo (Ochoa, 2013). La soya es la fuente más abundante de proteínas vegetales, que además de ser de gran calidad, tienen un adecuado contenido de aminoácidos esenciales que representan beneficios importantes para la salud. La soya ha encontrado gran aplicación en prácticamente todos los sistemas alimentarios, incluyendo la panificación, ya que la harina de soya y las proteínas de soya mejoran el valor nutritivo de galletas, panes, pasteles y otros productos de panadería (González, 2012). La soya se ha utilizado en Asia en la

alimentación humana desde hace 500 años siendo crucial en la nutrición de estos pueblos; se considera como oleaginosa y sus principales componentes son la proteína y la grasa. Las proteínas son esenciales para el crecimiento del organismo y para la reparación de los tejidos. La soya es la leguminosa que tiene mayor cantidad y mejor calidad de proteínas y por esto, se utiliza para fortificar productos a base de cereales como el maíz y el trigo (Luna, 2011). Los granos de *Glycine max* L (soya) son una fuente muy abundante de proteínas vegetales, aceites esenciales y aminoácidos, lo que hace que represente un beneficio para la salud de las personas pues ayuda a combatir la desnutrición, reduce los niveles de colesterol en sangre y contiene antioxidantes naturales (Martinez & Hernández, 2013).

2.3.2. Taxonomía y Morfología

Tabla 7: Taxonomía de la Soya

Taxonomía	
Reino:	Plantae
Origen:	Ussuriensis
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoleopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Faboideae
Género:	<i>Glycine</i>
Especie:	<i>G. max</i>

Fuente: (Valencia, 2014)

-Planta: Planta herbácea anual, de primavera-verano, cuyo ciclo vegetativo oscila de tres a siete meses y de 40 a 100 cm de envergadura. Las hojas, los tallos y las vainas son pubescentes, variando el color de los pelos de rubio a pardo más o menos grisáceo.

-Tallo: Rígido y erecto, adquiere alturas variables, de 0,4 a 1,5 metros, según variedades y condiciones de cultivo. Suele ser ramificado. Tiene tendencia a encamarse, aunque existen variedades resistentes al vuelco.

-Sistema radicular: Es potente, la raíz principal puede alcanzar hasta un metro de profundidad, aunque lo normal es que no sobrepase los 40-50 cm. En la raíz principal o en las secundarias se encuentran los nódulos, en número variable.

-Hojas: Son alternas, compuestas, excepto las basales, que son simples. Son trifoliadas, con los folíolos oval-lanceolados. Color verde característico que se torna amarillo en la madurez, quedando las plantas sin hojas.

Flores: Se encuentran en inflorescencias racimosas axilares en número variable. Son amariposadas y de color blanquecino o púrpura, según la variedad.

-Fruto: Es una vaina dehiscente por ambas suturas. La longitud de la vaina es de dos a siete centímetros. Cada fruto contiene de tres a cuatro semillas.

-Semilla: “La semilla generalmente es esférica, del tamaño de una arveja y de color amarillo. Algunas variedades presentan una mancha negra que corresponde al hilo de la semilla. Su tamaño es mediano (100 semillas pesan de 5 a 40 gramos, aunque en las variedades comerciales oscila de 10 a 20 gramos). La semilla es rica en proteínas y en aceites. En algunas variedades mejoradas presenta alrededor del 40-42% de proteína y del 20-22% en aceite, respecto a su peso seco. En la proteína de soja hay un buen balance de aminoácidos esenciales, destacando lisina y leucina (INTA, 2019).

2.3.3. Composición Química De La Soya

Tabla 8 : Valor Nutricional (por 100g de porción aprovechable de soya).

COMPONENTES	VARIEDAD NACIONAL
Agua	11.7 g
Proteínas	28.2 g
Carbohidratos	35.7 g
Fibra	4.6 g
Cenizas	5.5g
Grasa	18.9g
Calcio	314g
Fosforo	759g
Hierro	8.30mg
Vitamina A	100mg
Vitamina B2	0.31mg
Vitamina B1	1.14mg
Niacina	2.10mg

Fuente: (Tabla Peruana de Composición de Alimentos, 2017)

2.3.4. Propiedades y beneficios de la Soya

La soya es un ingrediente beneficioso para la salud. Es la única legumbre que contiene los nueve aminoácidos esenciales en la proporción correcta para la salud humana. Por lo que la proteína de soya está calificada como una proteína completa de alta calidad. Uno de sus beneficios nutritivos es que es una buena fuente de fósforo, el calcio, potasio, vitaminas del Grupo B, magnesio, cinc, hierro, la vitamina E antioxidante y ácido fólico. La soya es la única legumbre que tiene todos los aminoácidos esenciales para el cuerpo, por lo que se digiere con facilidad y previene ciertas enfermedades (Ridner E. , 2014). Evita problemas cardíacos y artrosis, es útil

para personas hipertensas, ayuda a mantener las arterias limpias, ayuda en la asimilación del calcio, excelente para pacientes con osteoporosis, disminuye los síntomas menopáusicos, así como los niveles de colesterol en la sangre, se afirma que existen algunas evidencias de que los componentes de la soya podrían disminuir el riesgo de padecer cáncer de próstata (Pérez & Herrera, 2015).

2.3.5. Harina De Soya

2.3.5.1. Definición

La harina de soya es un tipo de harina obtenida a partir de granos enteros molidos de soya. Se usa en repostería y panadería. Tiene un alto porcentaje de proteínas. Casi no contiene almidón por lo que se usa para la fabricación de productos dietéticos (Ridner E. , 2014).

2.3.5.2. Composición Química de la Soya

Tabla 9: Composición de harina de soya (g/100 g)

Nutrientes	Cantidad
Proteína(g)	36.8
Grasa Total(g)	23.5
Fibra(g)	10.7
Glúcidos(g)	23.5
Hierro(mg)	6.9
Calcio(mg)	210
Vitamina E(mg)	1.5

Fuente:(FUNIBER, 2020)

Tabla 10: Composición de aminoácidos esenciales en la soya (mg/100 g)

AMINOÁCIDOS	GRANO ENTERO DE SOYA	HARINA DE SOYA
Isoleucina	35	46
Leucina	79	78
Lisina	62	64
Metionina y cisteína	21	26
Fenilalanina y tirosina	87	88
Treonina	41	39
Triptófano	n/a	14
Valina	37	46

Fuente: (American Soybean Association International, 2018)

2.4. Control de Calidad de las Harinas

2.4.1. Contenido de Humedad

El contenido de humedad en harinas es un factor primordial para tomar en cuenta para que haya un almacenamiento óptimo libre de microorganismos que la puedan alterar (Codex, 2016).

El Contenido de humedad de la harina de trigo y en general es de 15,5 % m/m máximo para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos, según (NTP 205.027).

2.4.2. Proteína

Unos de los componentes que tecnológicamente son importantes y que determinan la calidad del producto terminado son las proteínas, principalmente las proteínas que integran el gluten (gliadinas y gluteninas). Es importante conocer este tipo de

proteínas, así como sus propiedades funcionales, para determinar el uso que se les puede dar ya sea para la elaboración de pan o para la elaboración de otros productos a base de trigo (pastas, galletas, etc.). (Ruiz, 2015)

2.4.3. Prueba de ceniza

Las cenizas en los alimentos están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado. Las cenizas obtenidas no tienen necesariamente la misma composición que la materia mineral presente en el alimento original, ya que pueden existir pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los constituyentes.

Cuando hay un alto contenido de cenizas se sugiere la presencia de un adulterante inorgánico, a menudo es aconsejable, además, la determinación de cenizas insolubles en ácidos. Se realiza la incineración de la materia orgánica en una mufla a 500°C – 550°C aprox.; siguiendo la metodología de la” (NTP 206.007 1976) (Louis, 2014).

2.4.4. Color de Harinas

El método más utilizado en la industria de alimentos para medición de color es el de colorimetría de triestímulos. El colorímetro de triestímulos consiste en luz blanca proveniente de una fuente-patrón de la CIE (Comisión Internacional de Iluminación), que incide sobre la muestra bajo un ángulo de 0° y es reflejada a un ángulo de 45° (reflexión difusa), o viceversa. La luz reflejada pasa a través de filtros, siendo medida por una fotocélula (Ferreira, 2013).

2.5. Generalidades de la Galleta

2.5.1. Definición de la Galleta

La galleta es un producto panadería de consistencia dura y crocante, de forma variable. Se obtiene, básicamente, de la combinación de masas preparadas con harina con/sin agentes leudantes, leche, sal, huevo, agua, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, entre otros ingredientes, para ser sometida a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, caracterizado por su contenido de humedad de aproximadamente 6 %. Este producto se encuentra en sabores dulces o salados y en presentaciones simples, rellenas o con ingredientes agregados (frutos secos, trozos de chocolate, mermelada, entre otros) (Bautista, 2014).

2.5.2. Características de calidad en las Galletas

La galleta es un producto alimenticio pequeño y plano, dulce o salado, horneado hecho normalmente a base de harina, huevos, azúcar, y/o mantequilla, aceite de cocina y otros aceites o grasas. Puede incluir más ingredientes como pasas, avena, virutas de chocolate, amaranto o nueces, coco y otros. La calidad en la mayoría se ve influenciada por las propiedades de la harina utilizada para su fabricación. Esto asegura una buena calidad del producto final (Jimenez, 2012).

Las galletas enriquecidas, con diversas harinas han cobrado importancia en la actualidad debido a su niveles adicionales de nutrientes se ha buscado mejorar aspectos como el contenido de fibra y proteínas , vitaminas y minerales .Se reportó el usos de diversos ingredientes como fuente de nutrientes, tal es el caso de leguminosas, pescado y plantas, así como la utilización de niveles de 3 y 5% de

harinas de la sierra, en distintas formulaciones estándar de galletas dulces, concluyendo que es factible el enriquecimientos de las mismas . (Dary, 2012)

Las galletas deben cumplir los siguientes requisitos según la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería (R.M. N°1020-2010/MINSA, 2016) :

-BPM (Buenas Prácticas de Manufactura o Manipulación), lo cual indica un conjunto de medidas aplicadas a la elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería, destinadas a asegurar su calidad sanitaria e inocuidad.

-Calidad sanitaria: Es el conjunto de requisitos microbiológicos y fisicoquímicos que debe reunir un alimento, que indican que no está alterado (indicadores de alteración) y que ha sido manipulado con higiene (indicadores de higiene) para ser considerado apto para el consumo humano.

-Inocuidad de los alimentos: La garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan. Se relaciona principalmente con la presencia de peligros significativos como los microorganismos patógenos.

-Aditivos y coadyuvantes de elaboración: Sólo se autoriza el uso de aditivos y coadyuvantes de elaboración permitidos por el Codex Alimentarius, teniendo en cuenta que los niveles deben ser el mínimo utilizado como sea tecnológicamente posible (Coster, 2011).

Además, deberá cumplir con los criterios fisicoquímicos mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 11: Criterios Fisicoquímicos de las galletas

PRODUCTO	PARÁMETROS	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
GALLETAS	Humedad	12 %
	Cenizas totales	3%
	Índice de peróxido	5 mg/kg
	Acidez (expresada en ácido láctico)	0.10 %

Fuente: (R.M. N°1020-2010/MINSA, 2016)

Tabla 12: Composición de la galleta dulce en 100 g

GALLETA DULCE	COMPOSICION
Energía	434 kcal
Proteínas	6.0
Grasa Total	12.7
Carbohidratos	73.8
Fibra	1.1
Cenizas	1.6

Fuente: (Tabla Peruana de Composición de Alimentos, 2017)

2.5.3. Insumos

2.5.3.1. Mantequilla

La mantequilla es un derivado lácteo, una mezcla pastosa obtenida por procedimientos mecánicos, que tiene importancia como alimento por la grasa que contiene. En las galletas, según la cantidad agregada hará que está sea crujiente o suave. Nutricionalmente esta grasa es importante porque transmite

las vitaminas liposolubles de la leche como son las vitaminas A, D y E principalmente. En cuanto a su valor energético es equivalente al de otras grasas y aceites. La mantequilla se define como el producto graso obtenido exclusivamente de leche o nata de vaca higienizada. Técnicamente la mantequilla es una emulsión del tipo “agua en aceite”, obtenida por batido de la nata, y que contiene no menos del 82 % de materia grasa, no más del 16 % de agua y un 2 % de otros componentes de la leche (Ramos, 2015).

La mantequilla tiene una misión antiglutinante en las masas, contribuyen a su plasticidad. La mantequilla cumple un papel importante en la textura de las galletas, pues ayudan a que las galletas sean menos duras. La grasa permite un incremento de la longitud y disminuye el grosor y peso de las galletas, que se caracterizan por una estructura crujiente, fácil de romper (Rodríguez, 2016).

2.5.3.2. Azúcar

Se denomina así al disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha. El azúcar se puede clasificar por su origen, pero también por su grado de refinación o sus características. Normalmente, la refinación se expresa visualmente a través del color (azúcar moreno, azúcar rubio, blanco), que está dado principalmente por el porcentaje de sacarosa que contienen los cristales (Krienhild, 2012).

En estado cristalino los azúcares influyen directamente sobre el aspecto y la textura de las galletas. También, los jarabes de los azúcares reductores

intervienen al controlar la textura de las galletas. La adición de azúcar a la receta disminuye la viscosidad de la masa permite la longitud de las galletas y reduce su grosor y peso (Rodríguez, 2016).

2.5.3.3. Huevos

Los huevos tienen un papel muy importante cuando se trata de preparar pasteles, galletas, merengues y cremas pasteleras, pues son los encargados de proporcionar estructura y estabilidad a las mezclas. Cuando se utiliza exclusivamente las yemas de huevo lo hacen por el contenido de grasa de éstas, así como por su capacidad de emulsificación (Koopman, 2015).

2.5.3.4. Polvo de Hornear

El polvo de hornear se forma por medio de un carbonato (sal) o bicarbonato de sodio más un ácido no tóxico (ácido tartárico o cremor tártaro). Se necesitan estas combinaciones para activarlo y dar el resultado deseado. Es un aditivo usado en las comidas, postres u otros alimentos (Rodríguez, 2016).

2.5.4. Embalaje

2.5.4.1. Metálico

Los envases de metal son completamente inocuos y no modifican el sabor, calidad y consistencia del alimento, son 100% reciclables, por lo que ayudan a preservar el ambiente.

Debido a las bondades del material, el alimento se conserva en condiciones óptimas; si el envase llegara a sufrir algún impacto involuntario, el alimento permanecerá protegido y en óptimas condiciones para ser consumido. Asimismo, provee un proceso de fabricación maleable y con capacidad para

transferir el calor que es una característica importante en la realización del proceso térmico (CANAFEM, 2010).

2.5.4.2. Empaque de Polipropileno Metalizado

El Polipropileno metalizado se caracteriza porque tiene buena resistencia superficial y buena resistencia química a la humedad y al calor sin deformarse. Se laminan para requerimientos específicos, garantizando una mejor vida útil del producto, protegiéndolos de la degradación por luz ultravioleta (Biron, 2019).

Según resultados hechos en laboratorio este material es el mejor envase para conservar galletas: La bolsa de galleta de polipropileno biorentado metalizado (BOPP) mostró el mejor rendimiento y la mayor impermeabilidad al vapor acuoso y a la esencias de frutas (tanto olor como aroma), esto se debe a que la impermeabilidad del polipropileno es ligeramente superior a las películas de polietileno y si a esto se combina con el laminado, en este caso un material similar al papel metálico (mediante laminado es pegado a otros materiales planos como el papel o las películas plásticas), se asegura la conservación de las características organolépticas del producto, como también su humedad (Salas, 2013).

2.5.4.3. Polipropileno

El polipropileno es un polímero termoplástico que es utilizado principalmente para la fabricación de empaques y películas transparentes. La densidad del polipropileno, está comprendida entre 0.90 y 0.93 gr/cm³. Este tipo de bolsa es especial para envasar alimentos higroscópicos, por ejemplo harina, galletas, biscochos o pasta; debido a su gran resistencia a los agentes químicos,

resistencia a la tensión y elongación, buena resistencia al impacto de temperaturas superiores a los 15 ° C y buena estabilidad térmica (NICHOLSON, 2016)

2.6. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial consiste en caracterizar la calidad de un alimento. La calidad de los alimentos se define como la agrupación de aquellas características que diferencian unidades individuales de un producto e influyen en la determinación del grado de aceptabilidad de esta unidad por el comprador (Zamora, 2011).

2.6.1. Olor y sabor

Para llevar a cabo la evaluación del olor, esta debe realizarse inmediatamente después de abierto el envase, (sorbets, galletas envasadas), realizando al inicio inspiraciones cortas y sucesivas, seguidas de inspiraciones profundas a intervalos. En la evaluación del sabor se toma una cantidad considerable (un bocado, un sorbo, el cual no debe ser muy pequeño, pero tampoco muy grande) de modo que la porción degustada entre en contacto con las áreas de sensibilidad bucal, se percibirá el sabor total, centrandó la atención en su tipicidad (calidad e intensidad del sabor) (Zamora, 2011).

2.6.2. Textura

La evaluación de la textura se lleva a cabo en la boca, teniendo en cuenta la sensación en la primera mordida y en las sucesivas hasta la deglución, determinando los aspectos siguientes:

-Propiedades mecánicas: Se evaluarán los atributos como: la dureza.

-Propiedades geométricas: Se evalúan atributos relacionados con el tamaño y forma (Zamora, 2011).

2.6.3. Método de Karlsruhe

Este test es una combinación de valoración y analítico, en que el juez debe examinar minuciosamente cada parámetro de calidad para evaluarlo en una escala de 1 a 9 puntos, en la cual cada valor está perfectamente descrito para cada parámetro. Los parámetros que se evalúan son color, forma, apariencia, olor, sabor, textura, consistencia, etc. La descripción de cada parámetro se hace en base a los diferentes componentes que éste tiene, así por ejemplo para sabor de una mermelada será en base al sabor típico de la fruta, el dulzor y acidez, para una textura será en base a la terneza, fibrosidad y jugosidad, etc. La escala permite discriminar sobre la intensidad en que estos componentes se presentan, y lo hace de tal forma que todos los componentes típicos del alimento se describen en el tramo 7-9. Los componentes extraños o atípicos que aparecen en el producto o que resultan del inicio del deterioro de éste, sin perjudicar la aceptabilidad, se describen en el tramo 4-6. Los componentes extraños, cualquiera sea su origen, que deterioran la calidad hasta hacerla no comestible y aun repugnante, se incluyen en el tramo 1-3. Esta subdivisión simétrica de la escala de 9 puntos en 3 tramos o clases permite proyectar su uso a establecer grados de calidad en la práctica de la normalización. Para establecer la escala a usar, se deben considerar 2 puntos: Establecer cuál es la calidad máxima del producto y elegir cuidadosamente el vocabulario que se usa en la descripción de cada parámetro, de tal forma que permita después diferenciar claramente entre calidades alta, media e insuficiente (Wittig, 2011).

2.7. Vida Útil

Vida útil o durabilidad es el período de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario y mantiene características sensoriales, fisicoquímicas, nutricionales y funcionales por encima de un grado límite de calidad, previamente establecido como aceptable.

En la industria alimentaria, la vida útil de un alimento es el tiempo que transcurre entre la producción o envasado del producto y el momento en el que se vuelve inaceptable bajo determinadas condiciones ambientales y cuando el consumo de dicho alimento implica un riesgo para la salud del consumidor (Villavicencio, 2018).

2.7.1. Principales factores

Existen diversos factores que intervienen en el deterioro o pérdida de la calidad original de un alimento. Estos factores podemos dividirlos en dos tipos: intrínsecos (propios de la naturaleza del alimento en sí) o extrínsecos (condiciones externas a las que se enfrenta el alimento), y vienen determinados por diferentes parámetros de calidad: organolépticos, nutricionales, higiénicos, físicos, químicos o microbiológicos.

Los factores intrínsecos que afectan son aquellos que responden a la formulación del alimento. En la industria alimentaria es imprescindible que el fabricante tenga los siguientes conocimientos acerca de su producto:

- Materias primas
- Composición y formulación del producto (aditivos utilizados)
- Actividad de agua

- Acidez total y valor de pH
- Potencial Redox
- Oxígeno disponible

Los factores **extrínsecos** que afectan son aquellos que están presentes en el proceso, empaquetado y almacenamiento del producto. Principalmente son:

- La exposición a la luz solar
- Temperatura
- Humedad
- Daños en el empaquetado o envase
- Distribución y lugares de venta

(Munguia, 2019).

En general, el final de la vida en anaquel del producto alimenticio se define como el tiempo en el cual las muestras almacenadas son percibidas como diferentes en alguna medida. Y la vida útil dependerá de las condiciones ambientales de almacenamiento. Es necesario que el producto se almacene en ambientes con baja humedad y no altas temperatura para lograr 20 días a más de conservación, después de su preparación (Mostacero, 2011).

2.7.2. Determinación de la vida útil de los alimentos

La estimación de la vida de útil de los alimentos puede hacerse por métodos estadísticos o por modelos matemáticos. Si se emplean modelos matemáticos, se determina experimentalmente la cinética de la reacción, relacionando magnitudes fisicoquímicas con el tiempo, y con ello se estima la vida media del producto. Cuando se utilizan técnicas probabilísticas, se supone que los tiempos de vida de las unidades

experimentales se distribuyen de acuerdo con una ley de probabilidad. Los métodos probabilísticos se utilizan principalmente cuando se hace el estudio a través de evaluación sensorial. Se debe establecer inicialmente el valor donde el producto se considera inaceptable. La esencia de estos métodos consiste en considerar la vida útil como una magnitud aleatoria y describir su comportamiento mediante un modelo probabilístico. Los métodos estadísticos se pueden ajustar a las siguientes distribuciones de probabilidad normal, Log-normal, de Weibull, exponencial y del valor extremo (Giraldo, 2013).

2.7.2.1. Métodos para determinar la Vida útil

En el análisis de supervivencia, el análisis de los datos se realiza utilizando técnica paramétricas y no paramétricas. El uso de modelos paramétricos ayuda a tener estimaciones más precisas de la función de supervivencia (Giraldo, 2013). Entre las funciones de distribución más utilizadas está la de Weibull.

Gacula y Singh (1984), presentan la siguiente ecuación:

Función de supervivencia o de confiabilidad de t:

$$S(t) = 1 - F(t) \dots \dots \dots (1)$$

$$S(t) = e^{-H(t)} \dots \dots \dots (2)$$

Función de distribución acumulativa o función de fallo:

$$F(t) = 1 - e^{-(t/\alpha)^\beta} \dots \dots (3)$$

Donde:

α : parámetro de escala.

β : parámetro de forma

t : es el tiempo (segundos, minutos, horas, días meses, años, etc)

Reemplazando, la ecuación 3 en 1, sacando logaritmo natural y despejando el tiempo, obtenemos:

$$\ln t = -\ln \alpha + (1/\beta) \ln H(t) \dots (4)$$

La función de fallo podría definirse como la probabilidad de que un consumidor rechace un producto almacenado antes del tiempo t . El riesgo no estaría enfocado sobre el deterioro del producto, sino en el rechazo del consumidor hacia el producto. (Hough & Garitta, 2014) La evaluación sensorial, es clave en este método porque son los propios consumidores respondiendo al comportamiento cotidiano de aceptación o rechazo frente al producto almacenado (Gomez , 2013).

2.7.3. Diseños del estudio de la vida media de un alimento

Los estudios de durabilidad a menudo requieren del desarrollo de un diseño experimental, que debe llevarse a cabo con un número razonable de muestras. Se presentan tres categorías de estudios cada una con una escala diferente de muestreo.

a) La primera categoría: Se utiliza para determinar la vida media de productos existentes, se recolectan muestras al azar y son expuestas a condiciones extremas, que son las que puede sufrir el producto hasta llegar al consumidor. En este se utiliza un diseño de una sola vía, para estudiar el efecto del tiempo sobre la calidad del producto

b) La segunda categoría: Se utiliza para estudiar la combinación de factores que pueden afectar la vida media. Se simula en el laboratorio un estudio de factores tales

como condiciones de transporte, materiales de empaque, aditivos, y variación en las temperaturas de almacenamiento sobre la vida media del producto. Se utiliza un diseño multifactorial para determinar la influencia de cada factor en la variable que determina la vida media del producto.

c) La tercera categoría: involucra el diseño del estudio para el desarrollo de productos nuevos. Es similar a la primera categoría, pero se almacenan un número menor de muestras. La periodicidad del muestreo (diario, semanal, mensual etc.) y el criterio de fallo los selecciona el investigador teniendo en cuenta los cambios sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicos que se puedan tener como límite de aceptación de la calidad del producto (Giraldo, 2013).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Este presente trabajo de investigación se desarrolló en la Planta Piloto Agroindustrial y laboratorio de Análisis y Composición de los Productos Agroindustriales.

3.2. Materia Prima e insumos

Se utilizó como materia prima la harina de trigo, soja y de moringa.

3.2.1. Harina de trigo

Se utilizó harina para panificación, marca Espiga de Oro, lote N° 0013515, adquirido en el mercado “La Perla” en la ciudad de Chimbote.



Ilustración 6: Harina de Trigo

3.2.2. Harina de soja

Para la elaboración de la harina se utilizó granos de soya. La soya fue conseguida del mercado “La Perla” (Chimbote) y el procedimiento para la elaboración de la harina, fue siguiendo los parámetros de control descritos por (Arocha & Ribotta, 2011) .

• Características Físicas de la Soja

Las semillas de la soya son esferoides, de unos 8 a 10 mm de diámetro, y crecen dentro de una vaina al igual que el frijol, lenteja y garbanzo, entre otras leguminosas.

Ha sido definida como leguminosa-oleaginosa. (Ridner E. , 2013)



Ilustración 7: Harina de soja

3.2.3. Harina de Moringa

Para la elaboración de la harina se utilizó hojas de moringa las cuales se consiguieron de un árbol de Moringa Oleifera, ubicado en una casa en “Villa Maria” (Nuevo Chimbote) y el procedimiento para la elaboración de la harina, fue siguiendo los parámetros de control descritos por (López & Arévalo, 2017)

• Características Físicas de la Moringa

Es un árbol de hasta 9 m de altura. Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos, con cinco pares de estos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. Las hojas son alternas tripinnadas, con una longitud de 30-70 cm. Las hojas tienen un tamaño aproximado de 20 mm de largo en promedio (Pérez, Sánchez, & Reyes, 2013).



Ilustración 8 : Harina de Moringa

3.2.4. Insumos



Esencia de vainilla



Mantequilla



Huevos



Azúcar

Ilustración 9: Ingredientes para Galletas

3.3. Equipos, materiales y reactivos

3.3.1. Equipos para la elaboración de harina de moringa y soja

Secadora de bandeja y Molino eléctrico de molienda.

Tabla 13: Equipos para la elaboración de harinas

Equipo	Secador de Bandeja	Molino
Modelo	SBT-10X10	MDMT-60XL
Serie	JP 001 01 13	JP 001 11 12
País	Perú	Perú



Secador de bandejas



Molino

Ilustración 10: Equipos para elaboración de harinas

- **Utensilios y Empaque**

- Mesa de acero inoxidable
- Moldes de plástico, tamices, balanza.
- Bolsas de polipropileno de alta densidad 7x10x3

3.3.2. Equipos en la elaboración de galletas

3.3.2.1. Equipos y utensilios

En la Tabla se presentan los diferentes equipos para la elaboración de galletas:

Tabla 14: Equipos en la elaboración de la galleta

	Balanza Analítica	Horno rotatorio
Marca	PRECISA GRAVIMETRICS A. G.	Nova
Modelo	LX320A	MAX 1000
Serie	321LX	0501028
País	Suiza	Perú



Horno



Balanza

Ilustración 11 : Equipos ara elaboración de galletas

- **Utensilios y Empaque**

- Cernidores
- Regla
- Moldes de plástico
- Recipientes de aluminio
- Balanza
- Cucharas
- Bolsas de polietileno de alta densidad

3.3.3. Equipos para la evaluación tecnológica de las galletas

- **Equipos**

A continuación, se detallan los equipos utilizados para la evaluación tecnológica.



Cocina



Texturometro



pH metro digital

Ilustración 12: Equipos de evaluación Tecnológica

Tabla 15: Equipos para evaluación tecnológica de las galletas

	MARCA	MODELO	SERIE	PAÍS
Balanza Gramera	PRECISA	XB4200C	-	Suiza
Cocina eléctrica	KESSEN	HPY6870-26	46804273	China
Determinador de humedad	PRECISA	XM-50	-	Suiza
Equipo de AW	ROTRONIC	HydroLab2	-	Perú
Estufa	POL-EKO APARATURA	SW-17TC	SW-1990	E.E.U. U
Mufla	THERMOLYNE	347034984		Alemania
Texturómetro	BROOKFIELD	CT34500	8555940	E.E.UU.
pH metro digital	TERMOCIENTI FIC	Orion Star A21	ORION 8302BNUND	E.E.UU.

- **Reactivos**

- Fenolftaleína
- Solución de hidróxido de sodio (0.01N)

3.4. Metodología

3.4.1. Procedimiento de elaboración de harina de moringa

Para la elaboración de la harina de moringa se siguió con la metodología de (López & Arévalo, 2017) con algunas modificaciones.

a) Recepción de materia prima

La materia prima (Hojas de moringa) se recibió en mallas de aluminio luego se procedió a pesar todas las ramas de moringa, para luego ser deshojadas.



Ilustración 13: Recepción de hojas de Moringa

b) Selección y limpieza

Se separó las hojas de los tallos pues para este proceso solo se necesitan las hojas. Al limpiar las materias primas, se persiguió principalmente dos objetivos: Eliminación de contaminantes y el control de carga microbiana que dificultan la eficiencia del procesado posterior y la calidad del producto. (López & Arévalo, 2017)



Ilustración 14: Limpieza de las Hojas de moringa

c) Pesado de las hojas

Una vez separadas las hojas, se pesó para tener la cantidad con la que se va a trabajar.



Ilustración 15: Pesado de las Hojas de Moringa

d) Secado

Las hojas fueron colocadas en las bandejas del secador, las cuales fueron sometidas a una temperatura de 60 °C por 3 horas.



Ilustración 16: Secado de las Hojas de Moringa

e) Molienda y tamizado

Las hojas deshidratadas, fueron llevadas al molino, para ser trituradas manualmente. La molienda y tamizado es un proceso que nos permite separar de la harina las

partículas más grandes de las pequeñas dando así una textura adecuada y uniforme a la galleta. (Lezcano, 2012)



Ilustración 17: Molienda de las Hojas deshidratadas de Moringa

f) Pulverizado

Finalmente se llevó la harina de moringa al molino de motor. Se obtuvo así una harina más fina.



Ilustración 18: Pulverizado de Moringa

g) Envasado y Almacenado

La harina se envasó en bolsas de polipropileno de alta densidad con cierre hermético, capacidad de 500g para una mejor conservación.



Ilustración 19: Envasado de la harina de Moringa

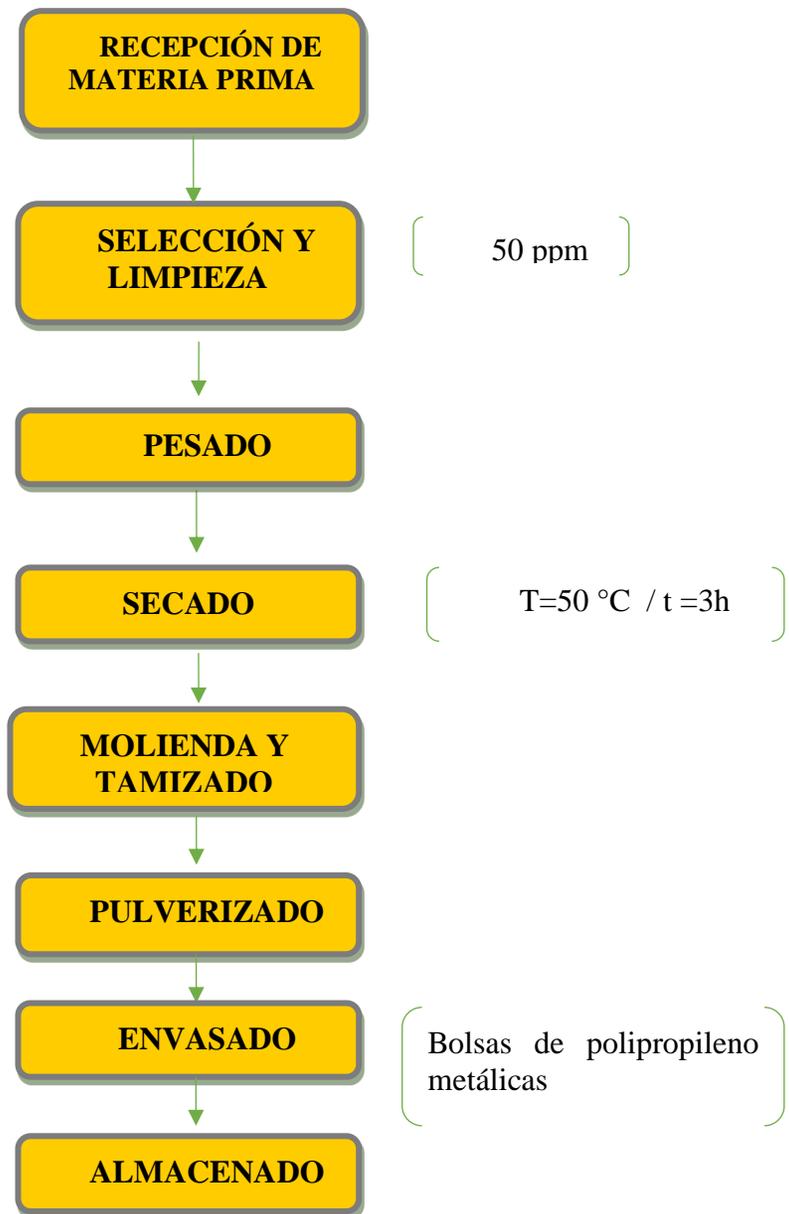


Ilustración 20: Diagrama de flujo de obtención de harina de moringa

3.4.2. Procedimiento de elaboración de harina de soya

Para la elaboración de la harina de soya se siguió la metodología de (Jimenez A. L., 2012) Composición y Procesamiento de la Soya para consumo humano.

a) Recepción de materia prima:

La materia prima (Soya) se recepcionó en las mesas de trabajo.



Ilustración 21: Recepción del frejol de soya

b) Selección y limpieza:

Se eliminaron las piedras, vainas y desechos presentes en la soya.



Ilustración 22: Limpieza del frejol de Soya

c) Descascarado:

Se friccionó el grano en la palma de la mano para pelar.

d) Secado:

En el secador de bandejas se colocaron los granos de soya, fueron secados a 70 ° por tres horas.



Ilustración 23: Secado del frejol de Soya

e) Molienda y tamizado:

La materia prima una vez secada, pasó por un molino, en el cual se obtuvo un polvo fino.



Ilustración 24: Molienda de la Soya

f) Envasado y almacenado:

Fue empaquetado y envasado en bolsas de polietileno de alta densidad con cierre hermético.



Ilustración 25: Envasado de la harina de Soya

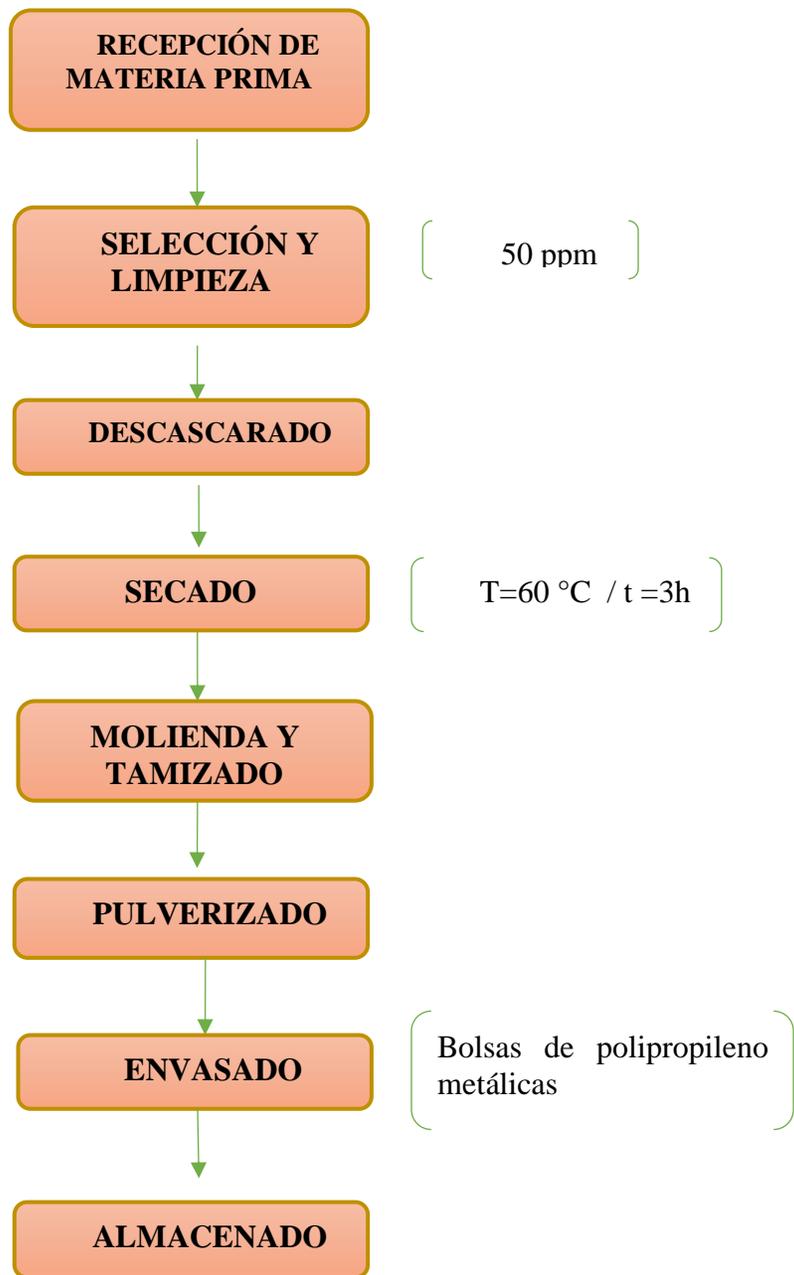


Ilustración 26: Diagrama de flujo de la obtención de harina de soya

3.4.3. Evaluación de Harinas

-Análisis proximal

El análisis proximal se realizó a las 3 harinas: Trigo, harina de Soya y harina de Moringa.

-Humedad

Se siguió el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P 206.011:1981 (Revisada el 2016) para galletas, etc.



Ilustración 27: Análisis de Humedad

-Proteína

Para determinar proteína, se siguió el método UNE-EN ISO 5983 (2006) que indica el laboratorio COLECBIC.

-Grasa

En la determinación de grasa se usó el método UNE.64021 (1970) señalado do por el laboratorio COLECBIC.

-Ceniza

Se llevó a cabo por la incineración de la materia orgánica en la mufla; siguiendo la determinación de cenizas. Por la (NTP 206.007 1976) (Revisada el 2016).



Ilustración 28: Análisis de ceniza

-Fibra

Para la determinación de fibra se usó el método NMX-F-00-S-1978, indicado por el laboratorio COLECBIC

-Carbohidratos

Se obtuvo, restando el 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y Proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INM) señalada por Collazos.

-Actividad de Agua (aw)

Se usó el equipo de actividad de agua, ROTRONIC que ese encuentra en el laboratorio de la E.A.P.I.A.

3.4.4. Diseño experimental

3.4.4.1. Definición de variables independientes

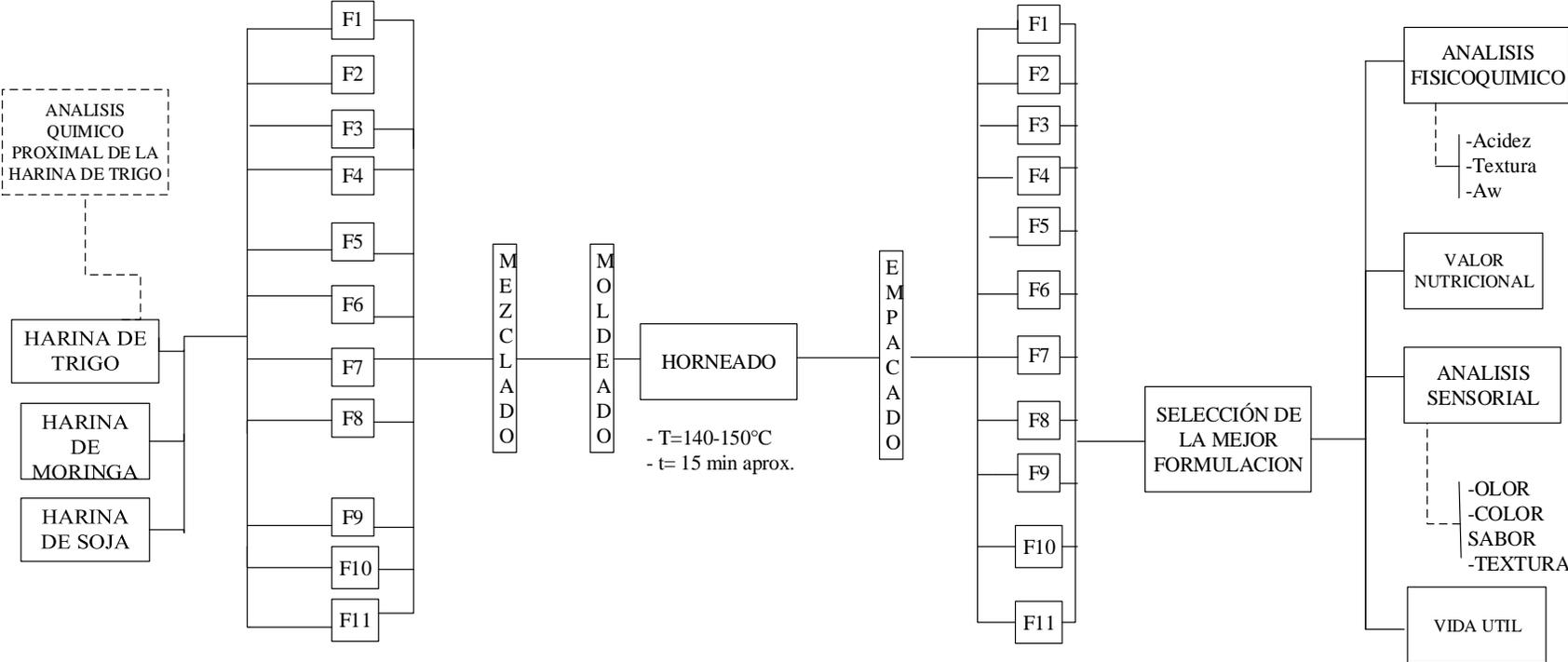
Las variables independientes en estudio son los porcentajes de sustitución de Harina de Moringa (Moringa Oleifera) y de Harina de Soya (Glycine Max).

3.4.4.2. Definición de variables dependientes

Se tomaron en cuenta las siguientes características:

- Características fisicoquímicas (texturometría, colorimetría, pH, acidez y aw)
- Características sensoriales (olor, color, sabor, textura).
- Características funcionales. (textura instrumental y colorimetría)
- Vida útil

3.4.4.3. Esquema experimental



3.4.4.4. Diseño estadístico

Los datos obtenidos en laboratorio fueron analizados mediante el apoyo del software Statgraphics Centurion. El efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de hojas de moringa (moringa oleífera) y harina de soya (glycine max) en las galletas dulces se desarrolló mediante un Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR) 2^2 aplicado, se realizó teniendo en cuenta principalmente el Computo Químico de Aminoácidos y el Análisis Sensorial de las formulaciones, de esta forma éstas gocen de la mayor aceptación para obtener así la mejor formulación desde el punto de vista nutricional y sensorial.

a) Planeamiento factorial: $2^n + 2*n + pc$.

Un Diseño Compuesto se hace rotacional mediante la elección de α . El valor de α es a la vez igual a $2^{n/4}$. (Iemma, 2005)

Tabla 16: Valor de α según el número de variables

n	2	3	4	5	6
α	± 1.41	± 1.68	± 2.00	± 2.37	± 2.82

$$n = 2 \rightarrow \alpha = \pm 1.41$$

Tabla 17: Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2^2 , incluyendo ensayos en condiciones axiales y repeticiones en el punto central

Variab	Niveles				
	-α	-1	0	+1	+α
<i>Harina de Soya (%)</i>	2	4.4	10	15.7	18
<i>Harina de Moringa (%)</i>	2	2.6	4	5.4	6

b) Experimentos realizados: Considerándose cuatro puntuaciones factoriales (combinación de niveles -1 y +1), cuatro puntos axiales (un variable con nivel $\pm \alpha$ y el otra igual a 0) y tres repeticiones del punto central (las dos variables de nivel 0), se realizaron once experimentos. En la Tabla 18 se muestra el diseño experimental utilizado.

Tabla 18: Valores codificados y valores reales del DCCR2²

Experimentos	Valores Reales			
	X1	X2	% Harina de Soya	% Harina de Moringa
1	-1	-1	4.4	2.6
2	1	-1	15.7	2.6
3	-1	1	4.4	5.4
4	1	1	15.7	5.4
5	$-\alpha$	0	2	4
6	$+\alpha$	0	18	4
7	0	$-\alpha$	10	2
8	0	$+\alpha$	10	6
9	0	0	10	4
10	0	0	10	4
11	0	0	10	4

3.4.5. Formulación de galletas

La formulación base para la elaboración de las galletas, se hicieron teniendo en cuenta la publicación de las fichas técnicas de cereales procesados y galletas nutricionales (León, 2011). Tal como se muestra en la Tabla 19:

Tabla 19: *Formulación patrón utilizada para la elaboración de galletas.*

INGREDIENTES	CANTIDAD
Harina	500 g
Azúcar	200 g
Mantequilla	200 g
Polvo Hornear	5 g
Huevos	100 ml
Esencia de vainilla	5 ml

Fuente: (León, 2011)

Tabla 20: *Cantidad de Ingredientes en porcentaje para la elaboración de galletas*

INGREDIENTES	CANTIDAD
	%
Harina	100
Azúcar	40
Mantequilla	40
Polvo Hornear	1
Huevos	20
Esencia de vainilla	1

Fuente: (Gianola, 2003)

Tabla 21: Porcentajes de formulaciones

FORMULACIONES												
INGREDIENTES	F₀	F₁	F₂	F₃	F₄	F₅	F₆	F₇	F₈	F₉	F₁₀	F₁₁
Harina de trigo (%)	100	93	81.7	90.2	78.9	94	78	88	84	86	86	86
Harina de soya (%)	0	4.4	15.7	4,4	15.7	2	18	10	10	10	10	10
Harina de moringa (%)	0	2.6	2.6	5.4	5.4	4	4	2	6	4	4	4
Azúcar	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Mantequilla	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Huevos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Esencia de vainilla	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Polvo de hornear	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

3.4.5.1. Valor nutricional-Calculo del cómputo químico de las formulaciones

El contenido nutricional se define como la cantidad de nutrientes que contiene cada alimento, su importancia radica en el aporte que cada uno de ellos da al organismo, está constituido por los diferentes macro y micronutrientes necesarios para cubrir los requerimientos nutricionales de casi todos los individuos (Palma, 2014).

El método para evaluar la calidad proteica de las mezclas de la galleta será la calificación del Puntaje Químico para la determinación de aminoácidos esenciales utilizando las Tablas de Valor Nutritivo de Alimentos y de los valores establecidos en el -Patrón de aminoácidos esenciales para evaluar la calidad nutricional de las proteínas (Lemos, 2012).

3.4.6. Procedimiento de elaboración de las galletas

La elaboración de galletas se llevó a cabo en la planta piloto.

A) Recepción

Se recepcionó los siguientes. Insumos:

- Harina de trigo, harina de soya y harina de moringa.
- Azúcar, mantequilla, y huevos.
- Esencia de vainilla y polvo de hornear

B) Pesado

Para realizar las diferentes formulaciones se pesaron de acuerdo a los cálculos realizados previamente

C) Mezclado 1

Las harinas de trigo, moringa y soya se cernieron.



Ilustración 29: Mezcla de harinas

D) Cremado

Se batió aproximadamente 5 min la mantequilla y el azúcar para obtener una pasta homogenizada y sin grumos.

E) Mezclado 2

Se incorporó a la mezcla 2, todos los ingredientes, mezclando las harinas según sea la formulación, asimismo se agregó la crema de mantequilla y azúcar y las harinas se mezclaron, junto con los huevos.



Ilustración 30: Mezcla con los ingredientes

F) Amasado

Se amasó hasta obtener una masa compacta.



Ilustración 31: Masa de formulaciones

G) Laminado

La laminación de la masa se realizó con rodillos, y así obtener una lámina de masa con un espesor de aprox. 4 mm.



Ilustración 32: Laminado de la masa

H) Horneado

El horneado se llevó acabo en un horno giratorio marca Nova, se pre-horneó por 10 min aprox. A 150°C y se horneó por 16 min a 150°C.



Ilustración 33: Horneado de galletas

I) Enfriado

Se dejó enfriar a temperatura ambiente por 20 min aprox.

J) Envasado

Se envaso en bolsas de polietileno de alta densidad y se sellaron herméticamente

K) Pesado

El peso de cada paquete

L) Almacenado

Se almacenó a temperatura ambiente en un lugar fresco, sin exposiciones excesivas a la luz.

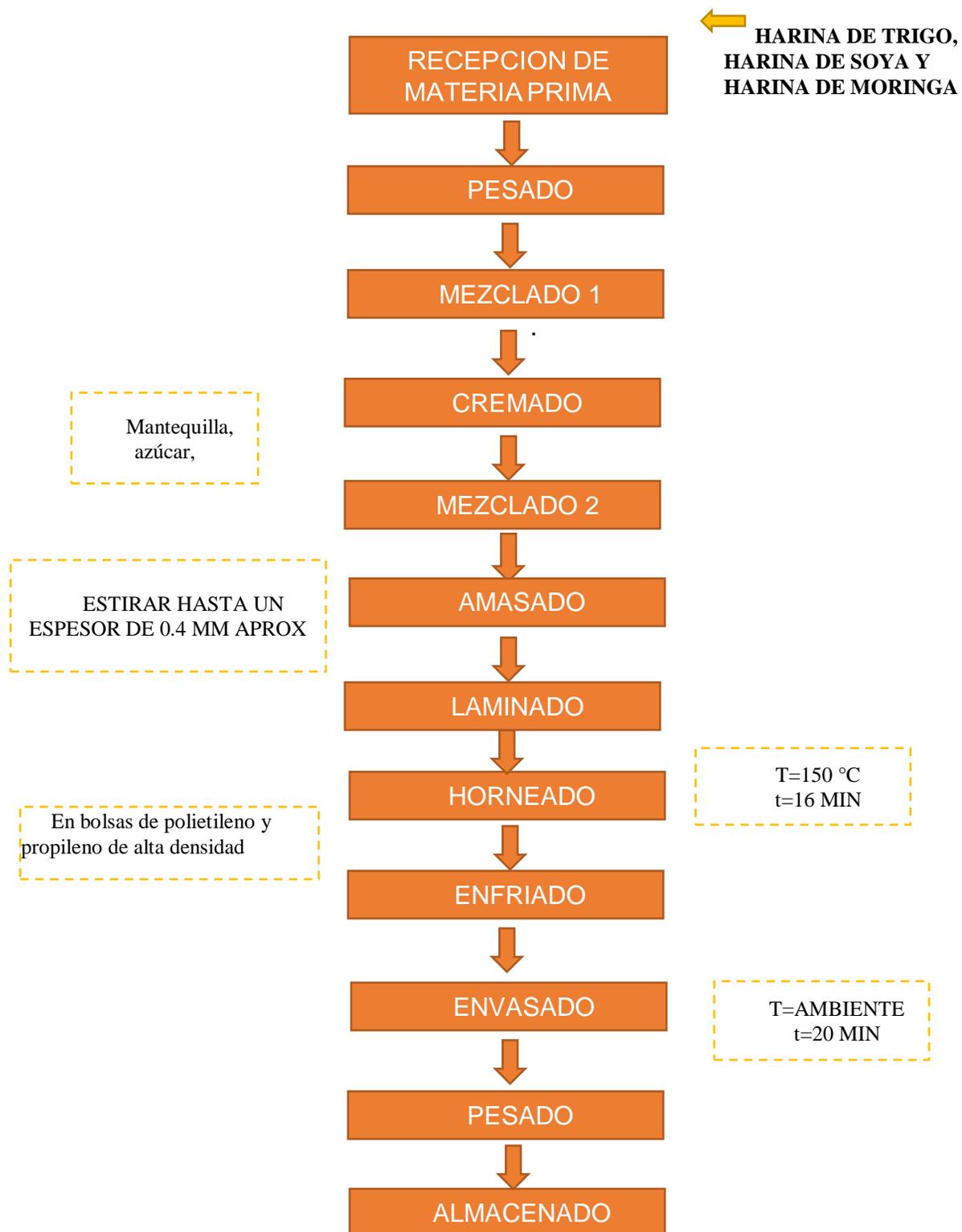


Ilustración 34: Diagrama de Flujo de elaboración de galletas de harina de trigo, soya y moringa

3.4.7. Evaluación de las galletas

3.4.7.1. Características Tecnológicas

3.4.7.1.1. Textura Instrumental

La textura instrumental se aplicó a todas las formulaciones de galletas.

Para este análisis se usó el texturómetro.



Ilustración 35: Textura instrumental de la galleta.

3.4.7.1.2. Colorimetría de corteza

Para determinar el Color de la corteza se realizó en todas las formulaciones de galletas, con la aplicación de Colorímetro: Color Free y usando el método CIELAB.

3.4.7.1.3. Aw en las galletas

La Aw se llevó a cabo en las 11 formulaciones de las galletas, utilizando un equipo ROTRONIC usando el método AOAC 978.18 (2000).

3.4.7.2. Evaluación sensorial

La Evaluación Sensorial se trabajó en base a paneles de degustadores, denominados jueces, que hicieron uso de sus sentidos como herramienta de trabajo. Los jueces fueron semi entrenados, con el fin de lograr la máxima veracidad, sensibilidad y reproducibilidad en los juicios que emitieron, ya que de ello dependía en gran medida el éxito y confiabilidad de los resultados. La realidad demostró que la Evaluación Sensorial proporciona información integral de la calidad, junto con proporcionar una información de las expectativas de aceptabilidad por parte del consumidor (Wittig, 2011). En la evaluación sensorial, existen diversos autores que sugieren equipos de 30 – 50 personas para estudios de optimización de nuevos productos. De acuerdo a esto, las galletas fueron evaluadas por 30 panelistas semi-entrenados de ambos sexos y entre 19-27 años de edad, a fin de conocer el grado de aceptación de las distintas formulaciones de galletas. Las características evaluadas fueron color, olor, sabor y textura, donde las muestras de galletas fueron codificadas con números de tres cifras.

Las fichas de evaluación sensorial (ver Anexo V) fueron realizadas teniendo en cuenta una escala hedónica de 9 puntos, siendo las alternativas de respuesta las siguientes: 1= me disgusta extremadamente, 2= me disgusta mucho, 3= me disgusta moderadamente, 4= me disgusta levemente, 5= no me gusta ni me disgusta, 6= me gusta levemente, 7= me gusta moderadamente, 8= me gusta mucho, 9= me gusta extremadamente. El análisis se realizó a todas

formulaciones de galletas incluyendo la galleta control, durante dos sesiones de seis formulaciones cada una, obsérvese las ilustraciones (Peña, 2008).



Ilustración 36: Bandejas con galletas de moringa y soya



Ilustración 37: Panelistas para la evaluación sensorial de galletas

3.4.8. Evaluación de la galleta de mejor formulación y control

3.4.8.1. Caracterización químico-proximal

Se realizó a la galleta de mejor formulación.

- **Humedad:**

Se siguió el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P 206.011:1981 (Revisada el 2016) para galletas, etc.



Ilustración 38: Humedad en la galleta control y la mejor formulación

- **Proteína:**

Se siguió el método UNE-EN ISO 5983-2, (2006) indicado por el laboratorio COLECBIC.

- **Grasa:**

Se realizó por el Método de Extracción por Soxhlet, que indica el laboratorio COLECBI

- **Ceniza:**

Se utilizó el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P 206.007:1976 (Revisada el 2016) para productos de panadería.



Pesó 5 g. de muestra



Calcinó en la cocina eléctrica



Colocó en la mufla 4h. y se pesó la ceniza

Ilustración 39: Análisis de ceniza

- **Fibra:**

Para encontrar el contenido de fibra en la galleta control y la galleta de mejor formulación se utilizó el método NMX-F090-S (1978) señalado por el laboratorio COLEBIC.

- **Carbohidratos:**

Se obtuvo restando del 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y proteínas (P). Usando la fórmula:

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

3.4.8.2. Evaluación Físicoquímica

- **Acidez:**

Se determinó utilizando el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P 206.014:1981 (Revisada el 2016) para bizcochos, galletas, pastas y fideos.



Ilustración 40: Determinación de la Acidez

- **Ph**

Se determinó por el método de la NTP 206.014:1981 (revisada el 2016).

Determinación del pH en galletas.



Ilustración 41: pH metro

- **Textura:**

En este análisis se usó el Texturómetro de marca BROOKFIELD.

- **Actividad de Agua:**

Se utilizó el equipo de actividad de agua, ROTRONIC.

- **Color de la corteza:**

Para la determinación de Color de la corteza de las galletas se utilizó la aplicación de colorímetro.

- **Volumen específico:**

Para la determinación del volumen del producto se encontró por el método de desplazamiento de semillas de baja densidad (alpiste).

3.5. Vida Útil en las galletas dulces

El término vida útil define el período de tiempo en el que un alimento mantiene características organolépticas aceptables para el consumidor o, en otras palabras, el tiempo necesario para que alcance un nivel máximo aceptable de deterioro, almacenado bajo condiciones óptimas preestablecidas. La importancia de conocer la vida de anaquel o vida

útil de un alimento procesado puede enfocarse tanto desde el punto de vista del consumidor, como desde el punto de vista del fabricante. Para el consumidor, el tiempo de vida útil debe garantizar un nivel aceptable en la calidad del producto. Para el fabricante, el tiempo de vida útil constituye una manera de garantizar la satisfacción del consumidor hacia su producto (Valerio, 2018).

3.5.1. Vida Útil según el método de Weibull; Gacula y Sing

La esencia de los métodos probabilísticos para la estimación del tiempo de durabilidad consiste en considerar la vida útil del producto como una magnitud aleatoria y describir su comportamiento mediante un modelo probabilístico (distribución de probabilidad de tiempo de vida) (Hillier, 2012).

Para la determinación de la vida útil de la galleta, se tomó la galleta control y la mejor formulación; se aplicó la evaluación sensorial y tecnológica para saber el porcentaje de aceptabilidad de las galletas con diferentes días de almacenamiento. Los datos obtenidos fueron procesados utilizando la Distribución de Weibull.

***Determinación de los parámetros de la distribución Weibull:**

Este método consiste en encontrar la función linealizada de Weibull la cual se obtiene al tabular los días, t (en orden creciente), en que se ha detectado alguna muestra inaceptable. Se le adjudica a cada t un rango K en orden inverso a su magnitud, esto son las observaciones. Para la determinación de los parámetros α y β de la función de Weibull se utilizó la función linealizada de la distribución acumulativa de Weibull:

$$(t) = \ln \alpha + (1/\beta) \ln H(t)$$

Para estimar la vida en anaquel de la galleta, los tiempos de rechazo fueron ajustados a una distribución de Weibull y se definió la variable aleatoria “ t ” como el tiempo de almacenaje al cual el consumidor rechaza la muestra. La función de distribución acumulativa fue definida como la probabilidad de que el consumidor rechace el producto antes del tiempo t , tal que $F(t) = P(t)$.

Las etapas que se realizarán para hallar la vida útil de la galleta, las cuales definirán que este producto es de calidad al cumplir con los requisitos aceptables para el consumo humano; son las siguientes: análisis sensorial; tecnológico y microbiológico.

El modelo matemático usado para la determinación de la vida útil es el método desarrollado por Gacula y Singh. El cual se detalla a continuación:

Realizar las sumatorias de X e Y de datos experimentales

$$\sum X = X_1 + X_2 + X_3 + \dots \dots \dots (1)$$

$$\sum Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots \dots \dots (2)$$

Determinar los promedios

n: número de dato experimentales

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{n} \dots \dots \dots (3)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} \dots \dots \dots (4)$$

Determinar los datos de regresión b₀ y b₁ (coeficiente y pendiente)

$$\bar{Y} = b_1x + b_0 \dots \dots \dots (5)$$

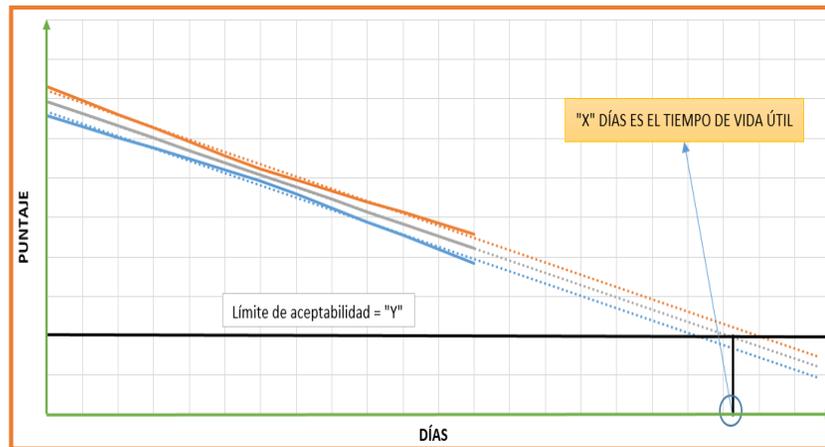
Determinamos el cuadrado medio del error (MSe)

$$MSe^2 = \frac{1}{(n-2)} SSe = Se^2$$

Luego para hallar la Vida Útil

$$\bar{x} = \frac{(Y - b_0)}{b_1}$$

Finalmente se realiza la gráfica Y^{\wedge} vs **Tiempo**, **LCI** vs **Tiempo** y **LCS** vs **Tiempo** y estas rectas se interceptan con el **Límite de aceptabilidad**, donde la intercepción de Y^{\wedge} vs **Tiempo** y **Límite de aceptabilidad** se proyecta hacia el eje del tiempo para determinar la durabilidad en días del producto en buenas condiciones.



3.5.2. Análisis sensorial

El análisis sensorial para vida útil, se llevó a cabo con la participación de 30 panelistas, ellos se encargaron del análisis de los atributos: sabor y textura a razón de tiempo. Para ello se empleó la escala de Karlsruhe, a partir de la cual se diseñó la escala específica para galleta (Tabla 23), esta escala permite discriminar sobre la intensidad en que los atributos de color, olor, textura y sabor se presentan, y lo hace de tal forma que todos los componentes típicos del alimento se describen en el tramo 7-9. Los componentes extraños o atípicos que aparecen en el producto o que resultan del inicio del deterioro de éste, sin perjudicar el sabor, se describen en el tramo 4-6. Mientras que los componentes extraños, que deterioran la calidad del producto hasta hacerla no comestible, se incluyen en el tramo 1-3 (Wittig, 2011).

El valor límite de aceptabilidad planteado es “5.5” (regular), este fue el valor límite en la escala de Karlsruhe para definir la calidad comercial, estableciendo que si el producto analizado adquiere un valor inferior a este se considera de mala calidad (Wittig, 2011).

3.5.3. Análisis tecnológico

A) Acidez

Se realizó a través de la evaluación del % de acidez en función del tiempo. Los límites de aceptabilidad permisible de acidez para la determinación de la vida útil de la galleta, los cuales deben de estar en un máximo de 0.10 %, según lo establece la norma sanitaria de Elaboración y Fabricación de Productos de Panificación, Galletería y pastelería. (R.M. N°1020-2010/MINSA, 2016)

Tabla 22: Límites máximos permisibles en la elaboración de Productos de Panificación, Galletería y pastelería

PRODUCTO	PARÁMETRO	LÍMITES MAXIMOS PERMISIBLES
GALLETA	Humedad	12%
	Cenizas totales	3%
	Índice de peróxido	5 mg/kg
	Acidez (expresado en ácido láctico)	0.10%

Fuente: Norma Sanitaria (R.M. N°1020-2010/MINSA, 2016)

3.5.4. Análisis microbiológico

Se realizó mediante el recuento de mohos (Ufc/g) de acuerdo con lo establecido según la norma sanitaria que establece los principales criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para productos de panadería, pastelería y galletería.

Tabla 23: Valoración de la Calidad según Escala de Karlsruhe

CARACTERÍSTICAS	CALIDAD GRADO 1: CARACTERÍSTICAS TÍPICAS			CALIDAD GRADO 2: DETERIORO TOLERANTE			CALIDAD GRADO 3: DETERIORO INDESEABLE		
	Excelente	Muy buena	Buena	Satisfactoria	Regular	Suficiente	Defectuosa	Mala	Muy mala
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Color	Extremadamente natural, típico, muy agradable, homogéneo.	Muy natural, típico, agradable, algunas zonas de color levemente diferente, algo tostado, algo pálido.	Natural, típico, algo pálido u oscuro. Coloración desuniforme en la unidad o entre las unidades. No es desagradable.	Ligeramente alterado, pálido quemado, tostado, levemente disparejo, algo artificial.	Alterado, color muy claro, muy amarillo, descolorido entre unidades y dentro de éstas. Artificial.	Algunas manchas de otro tono, no es agradable, muy tostado, desequilibrado.	Muy desuniforme, atípico, con algunas zonas quemadas, desagradable.	Atípico, desuniforme, muy quemado, muy desagradable.	Color totalmente alterado, inaceptable.
Olor	Muy específico, armónico, agradable, equilibrado.	Típico, agradable, equilibrado, armónico, específico, natural.	Específico, bueno, algo suave, algo intenso, natural, equilibrado.	Muy levemente perjudicado, normal levemente desequilibrado.	Algo perjudicado, no agradable, ni desagradable en su totalidad.	Daño todavía aceptable. Por ejemplo: perfumado, insípido, algo añejo, algo rancio.	Claramente dañado. Por ejemplo: perfumado, insípido, algo añejo, algo rancio.	Muy alterado, desagradable, todavía no repulsivo, rancio.	Extraño, desagradable, francamente deteriorado.
Sabor	Específico, armónico, muy agradable, equilibrado, muy típico, muy natural.	Agradable, muy bueno, bastante típico, muy natural.	Algo suave o intenso, bueno, típico, natural.	Levemente perjudicado, plano, algo artificial, amargo. Levemente bajo o sobre el sabor normal.	Aceptable, aromatizado, artificial, graso, algo amargo, dulzor bajo o sobre lo normal. No tan típico.	Aun aceptable, muy aromatizado, horneado, amargo o insípido, deficiente, muy dulce. Rancio, algo añejo, levemente desequilibrado	Alterado, no típico, disminuido, rancio, amargo, crudo, añejo, dañado.	Completamente alterado, desagradable, muy amargo, rancio, aun no repulsivo	Francamente deteriorado, repulsivo.
Textura	Excepcionalmente buena, muy típica, muy fresca, esponjoso, grasitud equilibrada, muy suave.	Muy buena, típica. Por ejemplo: esponjosa, firme, fresca, suave, grasitud buena.	Buena, típica. Por ejemplo: general esponjoso, algo grasoso al tacto.	Levemente alterada, algo seca, grasosa al tacto y algo al degustar. Poco suave.	Levemente alterada, algo ligosa, muy blanda, muy dura, algo apelmazada, grasosa al tacto y al degustar, algo áspera.	Algo alterada, algo reblandecida, ligosa, algo pegajosa, seca, muy grasosa, áspera.	Claramente alterada, modificada (resistente, pegajosa, muy blanda, muy dura, apelmazada, reseca, intensamente	Desagradablemente modificada. Por ejemplo: intensamente dura o blanda, muy apelmazada, muy intensamente grasosa.	Francamente deteriorado, desagradable grasosa.

Fuente: (Wittig, 2011)

3.5.5 Envase y Almacenamiento de la galleta

Las galletas óptimas se almacenaron bajo condiciones ambientales (T: 23°C y 25°C y HR: 70 - 75%) envasadas en bolsas de polipropileno metalizadas (BOPP), para así evaluar fisicoquímicamente la textura, acidez y pesos. También otro grupo de galletas fueron envasadas en bolsas de polietileno evaluando las mismas características y así se logró determinar cuál es el mejor envase que mantiene en buen estado las galletas. Luego de los días determinados de almacenamiento, se convocaron a los panelistas en los días previamente definidos. Asimismo, dieron su valoración de sabor, olor y textura según la escala de Karlsruhe (Konopacka & Plochanski, 2012).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis de la harina de trigo, soya y moringa

4.1.1. Caracterización químico proximal

a) HARINA DE TRIGO

Los resultados de la harina de trigo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 24: *Harina de trigo*

Composición (g/100 g de materia seca)	H. Trigo*
Humedad	11.00 ± 0.03
Proteína	12.06 ± 0.07
Grasa	0.70 ± 0.19
Ceniza	1.5 ± 0.43
Carbohidratos	74.74
Fibra	1.46± 0.20

*Media de tres repeticiones +SD

Los resultados del análisis de la composición porcentual de la harina de trigo se muestran en la Tabla 24. La humedad de la harina de trigo tiene un valor de 11.00± 0.035 %, cuyo valor está dentro de los límites permisibles según la NTP.205.027 :1986,(2016),la cual nos dice que el porcentaje máximo de humedad es de 15,5% .Según la tabla peruana de composición de alimentos, la harina de trigo contiene 10.5 % de proteínas, acercándose a nuestro valor que fue 12.06± 0.075 %, y de acuerdo a la Norma del Codex Alimentario Standard 152-1985 debe tener un 7 % como mínimo, si obtenemos más porcentaje de proteína nuestra harina cumple con los valores referenciales, la harina de trigo necesita ser rica en fibra, carbohidratos y proteínas (Arellano & Rojas, 2016) .Las propiedades de la harina de trigo para formar una masa cohesiva que puede ser horneada para producir pan o galletas son derivadas de las proteínas presentes en el gluten (León & Rosell, 2013). En función de las

características fisicoquímicas del trigo y del proceso de molturación que se siga, el producto resultante puede presentar variaciones en su composición (la relación existente entre proteínas, tipo de proteínas, porcentaje de almidón y mayor o menor presencia de almidón dañado) que lo hacen más indicado para unos u otros usos industriales: panificación tradicional, panificación industrial, bollería, galletas, etc. (Chaquilla & Mendoza, 2018).

Los investigadores (Silva & Castro Alayo , 2015) mencionan que el contenido de grasa para la harina de trigo debe ser como máximo 0.71%, en la presente investigación realizada se obtiene un valor cercano a este que es de 0.70 ± 0.19 %, ellos dicen que las grasas de la harina aceleran el proceso de enranciamiento.

El contenido máximo de ceniza es de 3.62 % de acuerdo con la NTP .205.027 (1986).

La harina entera de trigo es una buena fuente de fibra. La fibra soluble puede colaborar en la reducción de los niveles de glucosa y colesterol en sangre, mientras que la insoluble ayuda a prevenir desordenes del tracto digestivo. (León & Rosell, 2013)En la tabla 24 tenemos un 1.41 % de fibra; (Altenbach, 2013) menciona que el contenido de fibra de una harina de trigo como mínimo debe ser de 1.5% lo cual quiere decir que nuestro resultado se encuentra dentro de los parámetros aceptables.

b) HARINA DE SOYA

Los resultados del análisis de la composición porcentual de la harina de soya se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 25: Harina de Soya

Composición (g/100 g de materia seca)	H. Soya*
Humedad	7.00 ± 0.02
Proteína	34.46 ± 0.02
Grasa	23.07 ± 0.13
Ceniza	4.23 ± 0.03
Carbohidratos	31.24
Fibra	5.75 ± 0.26

*Media de tres repeticiones +SD

Los resultados de la tabla 25, muestran que la humedad de la harina de soya asciende a los $7.00 \pm 0.02\%$ valor que es inferior al 15% de humedad, que el máximo permitido por la N.T.P 011.451:2013. En la investigación de (Paucar Menacho, 2013), se encontró una humedad en la harina de soya germinada de 8,19%. Según (Ridner E. , 2014) menciona que humedades inferiores a 12.00% evitan deterioros en alimentos en almacenamiento prolongado, a temperaturas de 20°C a 25 ° C.

El contenido de proteína de la harina de soya fue de $34.46 \pm 0.02\%$, el cual fue mayor que el de las (Tabla Peruana de Composición de Alimentos, 2017) , que reportan un valor 31.4 % de proteínas para la harina de soya. Las proteínas de soya son altamente digeribles y de alto valor biológico. Estas proteínas pueden utilizarse como ingredientes en los denominados “alimentos funcionales”, que son aquellos alimentos que proveen beneficios fisiológicos y nutricionales. (Arocha & Ribotta, 2011). El contenido de ceniza obtenido en esta investigación es de $4.23 \pm 0.03\%$ y de fibra 5.75 ± 0.26 , según el CODEX STAN 175-1989, el contenido de ceniza y fibra en la harina de soya debe ser menor al 8%, quiere decir que nuestra harina cumple con los requisitos de composición. Mientras que de grasa se obtuvo $23.07 \pm 0.13\%$, y 31.24 de carbohidratos según (Jimenez A. L., 2012) el grano de soya se caracteriza

por poseer un alto en contenido en grasa y carbohidratos, el cual es muchas veces más del 30 % además de poseer un 25 % en proteínas, y 5% en cenizas, otro dato importante en la harina de soya es su contenido de carbohidratos, posee azúcares como la sacarosa, rafinosa y estaquiosa, sin embargo no posee almidón, un polisacárido comúnmente presente en muchos cereales y leguminosas.

c) HARINA DE MORINGA

Tabla 26: Composición Harina de Moringa

Composición (g/100 g de materia seca)	H. Moringa*
Humedad	6.00 ± 0.02
Proteína	25.70 ± 0.16
Grasa	6.50 ± 0.12
Ceniza	4.82 ± 0.65
Carbohidratos	56.98
Fibra	3.90±0.36

***Media de tres repeticiones +SD**

(Carbayo & Toro, 2016) Añaden que la humedad de la harina de moringa no debe ser mayor a 7.25%, ellos obtuvieron una humedad de 5.1 %, en la tabla 26 se alcanzó una humedad de 6.00 ± 0.02 %, también describen que la harina de moringa tiende a tener altos niveles de proteína alcanzando hasta el 30 %, asemejándose a la cantidad obtenida en nuestra investigación que fue de 25.70 ± 0.16%. En la investigación que ellos realizaron su harina de moringa alcanzó 52.10 % en carbohidratos, similar a nuestros resultados de carbohidratos con un 56.98 %. Nuestra harina de moringa, alcanzó un 25.7 % en proteínas y 3,9 % en fibra, (Ubaldo, 2014) señala que la harina de moringa debe tener como mínimo 10% de proteína y 3% de fibra, en su investigación realizada el obtuvo 12.6 % de proteína y 6.2% de fibra, siendo mayor

nuestro porcentaje en proteína. La proteína de la harina de moringa presenta un elevado contenido del aminoácido lisina que hace que la harina de moringa pueda usarse como complemento de las harinas usadas en diversos alimentos, en cantidades comparables a las necesidades diarias recomendadas por la FAO. (Carrión, 2014). Ésta harina posee un elevado poder nutricional y es un reservorio biológico de minerales, vitaminas, polifenoles, flavonoides y ácidos fenólicos los cuales suponen una fuente de antioxidantes naturales que reparan el ADN de las células en el proceso de envejecimiento. (Weisgerber, 2013)

4.1.2. Análisis fisicoquímico

4.2.1.1. Colorimetría de las harinas de trigo, soya y moringa

Los resultados del análisis del color de las harinas de trigo, soya y moringa se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27: Análisis de color en las harinas de Trigo, Soya y Moringa

Muestra	ANÁLISIS DE COLOR DE HARINAS				
	a*	b*	L* Luminosidad	C* Cromacidad	h* Angulo de Tonalidad
Harina de Trigo	-1.97 ± 0.01	11.52 ± 0.03	93.33 ± 0.28	11.35	-80.29
Harina de Soya	-2.85 ± 0.03	19.68 ± 0.07	90.61 ± 0.04	19.47	-81.76
Harina de Moringa	-18.35 ± 0.06	32.77 ± 0.30	72.20 ± 0.15	37.56	119.25

***Media basada en 3 repeticiones +SD**

En el análisis de color para la **Harina de Trigo** las coordenadas de cromaticidad a* y b* con sus respectivos valores -1.97 ± 0.01 y 11.52 ± 0.03 muestran una tendencia hacia el color verde y amarillo respectivamente. El

ángulo de tonalidad presento un valor de -80.29, la cromacidad presento un valor de 11.35.

En la **Harina de soya**, observamos que el valor presentado de $b^*19.68 \pm 0.07$, y en $a^* -2.85 \pm 0.03$ una ligera tendencia al color verde. El valor de $L^* 90.61 \pm 0.04$. La cromacidad presento un valor de 19.47.

En la **Harina de moringa** tenemos un valor de $a^* -18.35 \pm 0.06$ y $b^*32.77 \pm 0.30$, el cual señala un verde intenso con amarillo, el valor de Luminosidad fue el siguiente $L^*72.20 \pm 0.15$ presenta tendencia al blanco estos valores fueron semejantes a los de (Becker, 2011), el cual añade que la hoja de moringa se caracteriza por su color verde oscuro.

4.2.1.2. AW y pH de las harinas de trigo, soya y moringa

Los resultados del análisis de la actividad de agua y pH de las harinas de trigo, soya y moringa se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28: Aw y pH de las harinas de trigo, soya y moringa

Harinas	Aw	pH
Trigo	0.60 ± 0.02	6.78 ± 0.01
Soya	0.54 ± 0.02	6.26 ± 0.02
Moringa	0.51 ± 0.01	5.74 ± 0.01

***Media basada en 3 repeticiones +SD**

En la Tabla 28, la actividad de agua (aw) de la harina de trigo es de 0.60 ± 0.02 cuyo valor es superior a la harina de soya y harina de moringa. En la investigación realizada por (Gomez & Ramos, 2012) la harina de trigo presenta un valor de 0.63 superior al valor reportado en la presente investigación. Mientras más alta sea la aw y más se acerque a 1.0 mayor será su inestabilidad,

es recomendable no sobrepasar el límite de la aw, y así evitar valores elevados de carga microbiana (Badui S. , 2013)

La actividad de agua (aw) de la harina de soya es de 0.54 ± 0.02 .

Los análisis de pH de la harina de soya presentados en la Tabla 27, nos indica un valor de 6.26 ± 0.02 el mismo que se encuentra dentro del rango establecido por diferentes autores, donde el menor valor es 5.50 y el mayor 6.80 (Rodriguez, 2016).

El pH de la harina de moringa reportado en la presente investigación es de 5.746 ± 0.01 cuyo pH es el menor encontrado a comparación de las otras dos harinas, la de trigo y soya, el cual indica que la harina presenta un leve grado de acidez. (Casaubon, 2016).

4.2. Cálculo del Score químico de las formulaciones

El score químico es el cálculo de los aminoácidos esenciales limitantes de un alimento o preparación culinaria. Es necesario conocer la importancia de la utilización del score químico y de los aminoácidos esenciales, específicamente de los limitantes, que son: Lisina, Metionina+ cistina, Treonina y Triptófano.

Es necesario comprender la complementación aminoacídica, debido a que el aminoácido limitante de leguminosas y cereales es distinto, por lo que una mezcla de ambos permitirá mejorar el computo aminoacídico, y con ello la calidad biológica de la proteína de la mezcla. (Ballester, 2013)

En la Tabla 29, se muestra el Cómputo Químico de todas las formulaciones.

Tabla 29: *Score químico de las formulaciones*

		F ₀	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀	F ₁₁	Patrón de aminoácidos (mg/g proteína) *
FORMULACIONES (%)	Harina de Trigo	100	93	81.7	90.2	78.9	94	78	88	84	86	86	86	-
	Harina de Soya	0	4.4	15.7	4.4	15.7	2	18	10	10	10	10	10	-
	Harina de Moringa	0	2.6	2.6	5.4	5.4	4	4	2	6	4	4	4	-
SCORE QUIMICO (%)	Isoleucina		129	134	129	134	128	131	131	135	131	131	131	30
	Leucina		110	112	110	112	109	111	111	113	111	111	111	59
	Lisina		68	79	69	80	66	75	73	82	74	74	74	43
	Metionina+Cistina		166	161	166	161	167	163	164	160	164	164	164	22
	Fenilalanina + tirosina		114	130	117	133	112	126	122	135	124	124	124	36
	Treonina		111	117	114	119	111	117	114	120	115	115	115	27
	Triptofano		188	187	190	190	189	191	187	189	189	189	189	7
	Valina		126	130	128	132	127	131	128	132	129	129	129	35
Histidina		114	116	118	124	126	118	112	131	127	127	127	18	

Fuente: Cálculos basados en WHO/FAO/UNU, 2015-Categoría adultos.

4.3. Evaluación de las galletas

4.3.1. Características Tecnológicas

4.3.1.1. Textura Instrumental

Tabla 30: *Textura Instrumental de las galletas de Harinas de Trigo, soya y moringa*

Formulación	Valores codificados		Valores Reales		Textura en mJ
	X1	X2	% Harina de Soya	% Harina de Moringa	
1	-1	-1	4.4	2.6	84.45
2	1	-1	15.7	2.6	70.23
3	-1	1	4.4	5.4	83.16
4	1	1	15.7	5.4	72.92
5	- α	0	2	4	65.54
6	+ α	0	18	4	83.28
7	0	- α	10	2	89.56
8	0	+ α	10	6	85.12
9	0	0	10	4	87.01
10	0	0	10	4	87.55
11	0	0	10	4	87.91
Control					85.64

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente tabla se observa que las galletas presentaron una textura entre 65.54 y 89.56 mJ, que corresponden al valor mínimo (F5) y máximo (F7) respectivamente.

Tabla 31: *Coefficientes de regresión para la textura instrumental de las galletas*

Factor	Coefficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	p-valor*
Media	63.376	19.532	1.734	0.1434
X₁ (L)	4.188	3.008	1.392	0.2226
X₁ (Q)	-0.233	0.106	-2.186	0.0505
X₂ (L)	2.050	14.786	0.138	0.8951
X₂ (Q)	-0.469	1.714	-0.274	0.7950
X₁.X₂	0.126	0.512	0.247	0.8143

X₁: % H. Soya, X₂: % H. Moringa, L: Término lineal, Q: Término cuadrático,

*Porcentaje de significancia 5% (p<0.05).

En la Tabla 31 fueron considerados significativos los parámetros con p-valor menor que 5% (p<0.05). Por lo tanto, no es significativo el término lineal y cuadrático del % de Harinas. Para el delineamiento experimental completo de la variable Textura (mJ), el valor de coeficiente de determinación (r²) fue de 75.51 %, (véase el ANOVA en Anexo II, Tabla 61) por lo que se puede concluir que el modelo se ajusta a los datos experimentales. Luego procedemos a construir de manera segura el gráfico de superficie de respuesta y gráfico de contornos:

$$Z = 63.376 + 4.188X_1 + 2.050X_2 - 0.233X_1^2 - 0.469X_2^2 + 0.126X_1X_2$$

Donde:

Z: Textura (mJ)

X₁ :% H. Soya

X₂ :% H. Moringa

X₁X₂: Interacción de % H. de Soya y %de H. de Moringa.

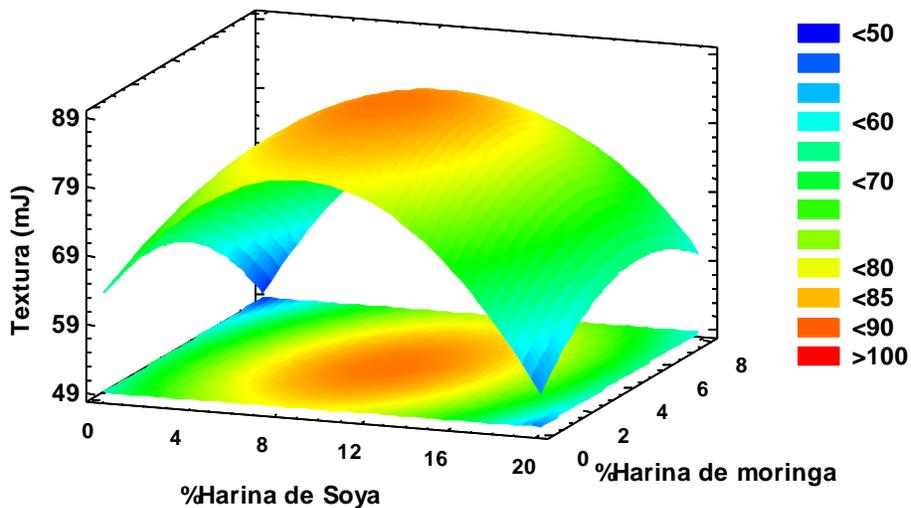


Ilustración 42 : Gráfico de superficie respuesta de Textura (mJ), en función de: % de H.de soya y % de H. de Moringa.

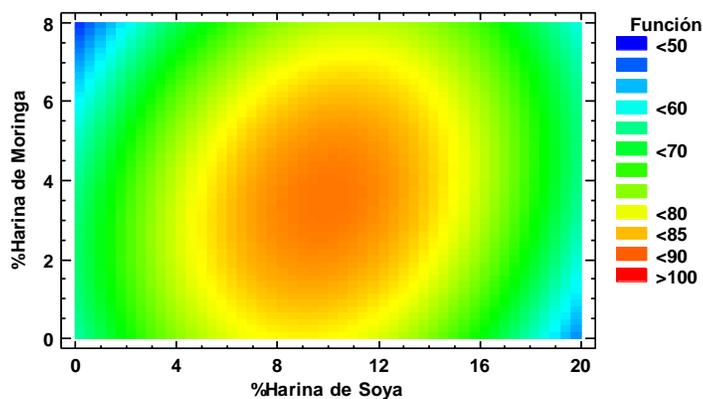


Ilustración 43 : Gráfico de Contorno de Textura (mJ), en función de: % de H. de soya y % de H. de Moringa.

El análisis de superficie de respuesta es de suma importancia pues observaremos las condiciones que afectan la calidad de una buena galleta y los parámetros que permitan obtener el producto con una textura que cumpla con los requisitos de una galleta dulce tradicional.

Como se puede apreciar en las Ilustraciones 42 y 43, cuando se mezclan % de harina de soya y % de harina de moringa entre intervalos de 0 a 4 % y 0 a 2%

respectivamente, proporcionan a la galleta una textura demasiada blanda que vuelve al producto inaceptable para el consumidor, pues se espera una galleta con textura crocante y no blanda. A medida que el % de harina de soya aumenta y el % de harina de moringa también la galleta va tomando una textura semejante a la galleta control, con una textura firme y crocante la cual es aceptable por los consumidores.

El rango adecuado de las harinas para que la textura de la galleta se asemeje más al control es de (10 al 15 %) para el porcentaje de harina de soya y de (3 a 6 %) para el porcentaje de harina de moringa. Las formulaciones que se encuentran dentro de estos rangos y que tendrían una textura similar a la de la galleta control son F8, F9, F10 y F11. Si elegimos una de ellas deberíamos tener en cuenta su valor nutricional, su firmeza en la textura, así como su contenido proteico

Las formulaciones que presentan mayor dureza, firmeza y crocancia se debe a las distintas contenido de azúcares, grasa y proteínas presentes en la galleta (Paucar Menacho, 2013). La firmeza de las galletas se ve afectada por los porcentajes de harina de soya y moringa debido a que dentro de su composición estas presentan un mayor contenido de proteínas entre 28 y 31 % con respecto otras harinas. La firmeza y endurecimiento también se podría vincular a la retrogradación del almidón, es necesario tener en cuenta las variaciones en la temperatura en el horneado de las galletas (Reyes, 2017).

4.3.1.2. Colorimetría de corteza

La colorimetría en las galletas se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 32: Colorimetría de corteza

F.	Harina de Soya	Harina de Moringa	Luminosidad (L)*	Cromaticidad (C)	Ángulo de tonalidad (H)
1	4.4	2.6	53.17 _a	44.46 _c	87.892
2	15.7	2.6	53.58 _a	48.60 _e	76.29
3	4.4	5.4	61.73 _c	38.82 _b	100.51
4	15.7	5.4	60.47 _b	47.75 _d	95.33
5	2	4	70.04 _e	48.63 _e	100.80
6	18	4	61.24 _c	35.15 _a	93.05
7	10	2	59.11 _b	47.53 _d	90.01
8	10	6	61.43 _c	38.20 _b	96.17
9	10	4	67.32 _d	50.38 _f	97.25
10	10	4	67.17 _d	50.49 _f	97.36
11	10	4	67.19 _d	50.28 _f	97.14
Control	-	-	59.63	30.81	67.77

- **Luminosidad**

Luminosidad es un término que se usa para describir cuan claro o cuan oscuro parece un color (Cantu, 2018). En la Tabla 32 los valores de Luminosidad de las formulaciones se encuentran entre 53.17 y 70.04 correspondientes a las formulaciones F₁ y F₅. El valor de luminosidad del control es de 59.53, presentando una ligera coloración semiclaro en la corteza, teniendo en cuenta la escala de 0 (negro) y 100 (blanco). La siguiente tabla muestra los Coeficientes de regresión para la variable respuesta de luminosidad de la corteza de las galletas:

Tabla 33: *Coefficientes de regresión para luminosidad de las galletas*

Factor	Coefficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	p-valor*
Media	16.434	20.731	0.792	0.4638
X₁ (L)	1.338	1.706	0.784	0.4683
X₁ (Q)	-0.071	0.060	-1.176	0.2922
X₂ (L)	20.937	8.388	2.495	0.0548
X₂ (Q)	-2.326	0.972	-2.392	0.0622
X₁.X₂	-0.051	0.290	-0.176	0.8669

X₁: % H. Soya, X₂: % H. Moringa, L: Término lineal, Q: Término cuadrático,

*Porcentaje de significancia 5% (p<0.05).

El modelo completo con las variables codificadas que representa la Luminosidad es el siguiente:

$$Z = 16.434 + 1.338X_1 + 20.937X_2 - 0.071X_1^2 - 2.326X_2^2 + 0.051X_1X_2$$

Donde:

Z: Luminosidad

X₁ :% H. Soya

X₂ :% H. Moringa

X₁X₂: Interacción de % H. de Soya y % de H. de Moringa.

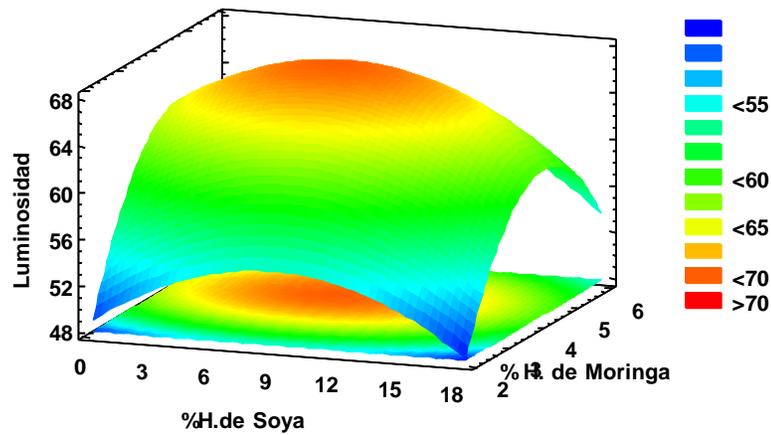


Ilustración 44: Superficies de respuesta para la luminosidad de la galleta en función del Contenido de harina de Soya (%) y Contenido harina de Moringa (%).

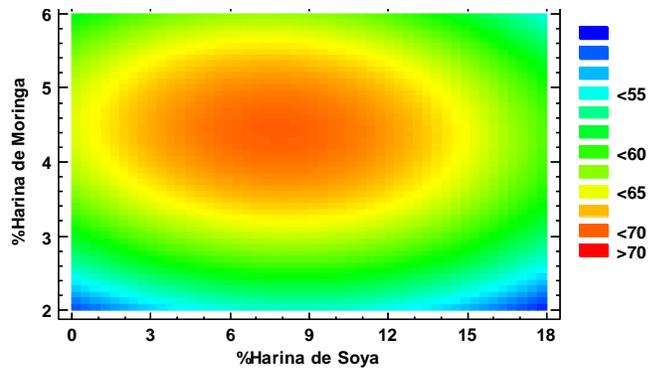


Ilustración 45 :Gráfico de contorno para la luminosidad de la galleta en función del Contenido de harina de Soya (%) y Contenido harina de Moringa

En el gráfico de superficie de respuesta y contorno, se puede observar que, dentro del rango estudiado, el valor de respuesta “L” del color de la galleta, fue mayor cuando se añadió de 3 a 12 % de H. Soya y de 3.5 al 5 % de H. Moringa. Según (Alegre & Asmat, 2016) señala que las formulaciones de galleta a las que se les agrego azúcar rubia tienen tendencia más oscura que las formulaciones que se les agrego Stevia, como lo demostró sus valores bajos de L*.

- **Cromacidad**

La galleta presentó resultados para el parámetro cromacidad entre 30.81 y 50.39. La galleta control obtuvo un C= 30.81.

A continuación, se presenta la tabla de Coeficientes de regresión para la variable respuesta de cromacidad de la galleta.

Tabla 34: *Coeficientes de regresión para la respuesta cromacidad de las galletas*

Factor	Coeficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	p-valor*
Media	28.508	24.578	1.159	0.2985
X₁ (L)	1.495	2.023	0.739	0.4930
X₁ (Q)	-0.111	0.071	-1.552	0.1812
X₂ (L)	9.238	0.945	0.928	0.3956
X₂ (Q)	-1.564	1.153	-1.356	0.2329
X₁X₂	0.152	0.344	0.441	0.6770

X₁: % H. Soya, X₂: % H. Moringa, L: Término lineal, Q: Término cuadrático,

*Porcentaje de significancia 5% (p<0.05).

El modelo completo con las variables codificadas que representa la cromacidad, dependiendo del % Harina de soya y moringa, se muestra a continuación:

$$Z = 28.505 + 1.495X_1 + 9.238X_2 - 0.111X_1^2 - 1.564X_2^2 + 0.152X_1X_2$$

Donde:

Z: Cromacidad

X₁: % H. Soya

X₂: % H. Moringa

X₁X₂: Interacción de % H. de Soya y % de H. de Moringa.

Como se puede observar en el grupo “f” (F9, F10 Y F11) presentan los valores más altos en Cromacidad (50.38; 50.49 y 50.28) con respecto a las demás.

Además, se puede observar que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones del grupo “d”; F2 y F5 (47.53; 47.75) y el grupo “e”; F4 Y F7 (48.60 y 48.63). El grupo “a” y “b”, conforman los valores más bajos en las 11 formulaciones, con lo que respecta a cromacidad.

4.3.1.3. Análisis de Aw

La tabla 35 se muestra los resultados de aw para las 11 formulaciones de las galletas:

Tabla 35: *Actividad de Agua (Aw) de las galletas*

Formulación	% Harina de Soya	% Harina de Moringa	Aw
1	4.4	2.6	0.384
2	15.7	2.6	0.380
3	4.4	5.4	0.364
4	15.7	5.4	0.364
5	2	4	0.359
6	18	4	0.367
7	10	2	0.358
8	10	6	0.350
9	10	4	0.390
10	10	4	0.390
11	10	4	0.391
Control			0.351

En la Tabla 35, se puede observar que la actividad de agua va desde un rango de 0.350 a 0.391 que corresponden a la formulación F8 y F11.

Tabla 36: Coeficientes de regresión para la actividad de agua (*aw*) de las galletas

Factor	Coefficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	p-valor*
Media	0.2606	0.0453	5.74141	0.0022
X ₁ (L)	0.0060	0.0037	1.62171	0.1658
X ₁ (Q)	-0.0003	0.0001	-2.3996	0.0617
X ₂ (L)	0.0535	0.0183	2.9137	0.0333
X ₂ (Q)	-0.0073	0.0021	-3.4577	0.0180
X ₁ .X ₂	0.0001	0.0006	0.1931	0.8545

X1: % H. Soya, X2: % H. Moringa, L: Término lineal, Q: Término cuadrático,
*Porcentaje de significancia 5% (p<0.05).

En la Tabla 36 fueron considerados no significativos los parámetros con p-valor mayor que 5% (p>0.05), los cuales corresponden al termino lineal y cuadrático del % de harina de soya (0.1658 y 0.0617 >0.05) y la interacción de ambos términos lineales (0.8545). Por lo tanto, solo es considerado significativo el término lineal y cuadrático del % de Harina de moringa (0.0333 y 0.0180 <0.05). (*ANOVA en el anexo II, tabla 62), con un valor de r² =78.3 El modelo completo con las variables codificadas que representa la actividad de agua en la galleta, dependiendo del % Harina de soya y moringa, se muestra a continuación:

$$Z = 0.2606 + 0.0060X_1 - 0.0003X_1^2 + 0.0535X_2 - 0.0073X_2^2 + 0.0001X_1X_2$$

Donde:

Z: Aw

X₁: % H. Soya

X₂: % H. Moringa

X₁X₂: Interacción de % H. de Soya y % de H. de Moringa.

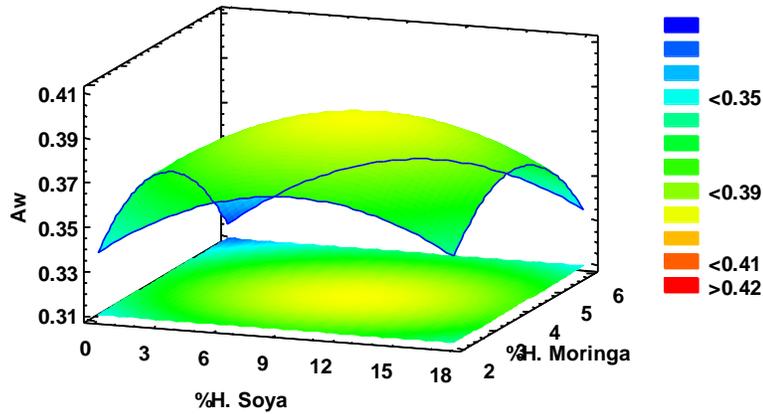


Ilustración 46 Superficies de respuesta para la A_w de la galleta en función Del Contenido de harina de Soya (%) y Contenido harina de Moringa (%).

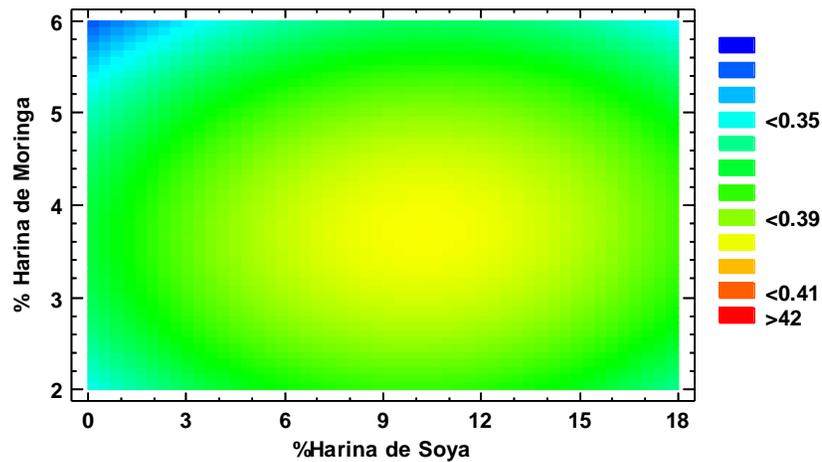


Ilustración 47: Gráfico de contorno para la actividad de agua de la galleta en función del Contenido de harina de Soya (%) y Contenido harina de Moringa (%).

A través de la superficie de respuesta y gráfico de contorno se puede observar que los rangos en donde se obtiene mayor valor en actividad de agua para las galletas pertenecen del 7 al 15 % para el porcentaje de harina de soya y del 3 al 5 % para el porcentaje de harina de Moringa, encontrándose dentro de estos rangos las formulaciones F8 ,F9,F10 y F11, algunas formulaciones llegan hasta un 0.391 ;sin embargo ésta no es mayor al límite de actividad de agua en una galleta , (Badui, 2008), nos da un valor referencial en actividad de agua en las

galletas de 0.40 por ende el producto sigue manteniendo su nivel bajo en actividad de agua. Las formulaciones que presentan una actividad de agua aproximada a la galleta patrón (0.351) son F8 (0.350), F7 (0.358) y F5 (0.359) las cuales pertenecen a un rango de 2 al 7 para el porcentaje de harina de Soya y del 4 al 6 para el porcentaje de harina de moringa. Se han encontrado valores de actividad de agua en diversos estudios de investigación como (Arista & Ramirez, 2018), presentando un rango entre 0.370 y 0.411, y (Gallegos, 2013) con 0.340 y 0.390, cuyos valores no se alejan de los obtenidos en esta investigación.

Las galletas presentan un promedio de 0.370 de actividad de agua, el cual es un buen valor en actividad de agua, si la galleta se mantiene en condiciones de almacenamiento optima, con el debido embalaje, esta podría alargar su tiempo de vida útil.

4.3.1.4. Volumen Específico

Los resultados obtenidos fueron: 4.1 (F1) y 5.6 (control); valores mínimos y máximo respectivamente. En la Tabla 37, se muestran los coeficientes de regresión para el volumen específico de las galletas:

Tabla 37: Volumen específico

Formulación	% Harina de Soya	% Harina de Moringa	V.E cm³/g
1	4.4	2.6	4.1
2	15.7	2.6	4.3
3	4.4	5.4	4.5
4	15.7	5.4	5.2
5	2	4	5.7
6	18	4	5.7
7	10	2	4.9
8	10	6	5.5
9	10	4	5.1
10	10	4	5.1
11	10	4	5.2
Control			5.6

Tabla 38: Coeficientes de regresión del volumen específico

Factor	Coefficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	p-valor*
Media	3.0234	2.4737	1.1215	0.2898
X₁ (L)	-0.1161	0.2036	0.6716	0.0144
X₁ (Q)	0.0035	1.0009	-4.0044	0.0103
X₂ (L)	1.1745	0.0072	3.7035	0.0139
X₂ (Q)	-0.1541	0.1160	-4.3597	0.0073
X₁.X₂	0.0160	0.0346	0.6253	0.5592

X₁: % H. Soya, X₂: % H. Moringa, L: Término lineal, Q: Término cuadrático,

*Porcentaje de significancia 5% (p<0.05).

Teniendo en cuenta que el r^2 es mayor a 75%, se procede a construir de manera segura el gráfico de superficie de respuesta y gráfico de contornos y como variable respuesta el volumen específico. (ver ANOVA en anexos II, tabla 63)

El modelo completo con las variables codificadas que representa el volumen específico en la galleta (cm^3/g), dependiendo del % Harina de soya y moringa, se muestra a continuación:

$$Z = 3.0234 - 0.1161X_1 + 0.0035X_1^2 + 1.1746X_2 - 0.1541X_2^2 + 0.0160X_1X_2$$

Donde:

Z: Volumen específico

X_1 : % H. Soya

X_2 : % H. Moringa

X_1X_2 : Interacción de % H. de Soya y % de H. de Moringa.

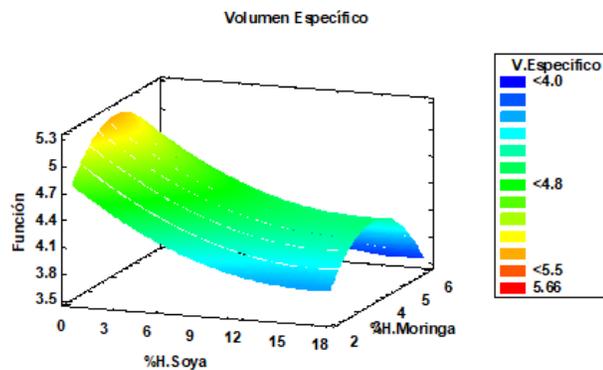


Ilustración 48: Superficie del Volumen Especifico de la galleta en función del Contenido de Harina de Moringa(%) y Contenido del Harina de Soya(%)

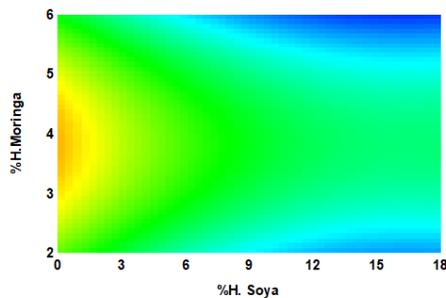


Ilustración 49: Gráfico de contorno de la galleta en función del Contenido de harina de Soya (%) y Contenido harina de Moringa (%).

Analizando las superficies de respuesta mostradas en la Ilustración 48 podemos señalar que la harina de soya (6 a 18%) no tuvo influencia estadísticamente significativa en la respuesta en estudio. Por el contrario, al adicionar concentraciones de Moringa (3-5%) se obtienen volúmenes específicos altos (mayores a $5\text{cm}^3/\text{g}$) en las galletas.

Por lo cual, el % de harina de soya el rango óptimo es de (1 a 3 %) y para el % de harina de moringa es de (3 al 5 %). Con estos porcentajes de harinas se obtiene un volumen específico ($5.6\text{ cm}^3/\text{g}$) cercano al patrón.

El volumen específico de las galletas es afectado por varios factores, como la calidad de los ingredientes usados en la formulación de la masa, especialmente la harina y los tratamientos usados durante el procesamiento. El volumen específico es afectado significativamente con la sustitución de harina de soya por harina de trigo, pues disminuye proporcionalmente al aumentar la concentración de harina de soya por no contener gluten. (Paucar, 2013).

4.3.2. Evaluación Sensorial

Se evalúa en los siguientes factores: olor, color, sabor, textura.

Para ello se indicó a cada panelista a que evalué cada factor en una escala hedónica, con valores desde 1 hasta 9.

Se obtuvo los siguientes resultados para las 11 formulaciones:

Tabla 39: Puntajes para cada factor en la evaluación sensorial

FORMULACIÓN	OLOR	SABOR	TEXTURA	COLOR
F 1	7.75	7.71	7.65	7.80
F 2	7.55	7.44	7.40	7.46
F 3	7.65	7.78	7.81	7.73
F 4	7.71	7.65	7.64	7.67
F 5	7.67	7.61	7.59	7.60
F 6	7.52	7.45	7.41	7.45
F 7	7.73	7.78	7.72	7.77
F 8	8.01	8.02	7.88	7.98
F 9	7.89	7.92	7.90	7.97
F 10	7.89	7.92	7.90	7.96
F 11	7.89	7.92	7.90	7.96
CONTROL	7.75	7.81	7.56	8.01

4.3.2.1. Sabor

Nos damos cuenta que en sabor se obtuvo un puntaje mínimo de 7.44 y un máximo de 8.02, para una escala que va del 1- 9, que corresponden a la F2 (contiene más soya) mínimo y F8 (contiene más moringa) máximo. Asimismo, nos damos cuenta de que las galletas F9, 10 y 11 presentan valores semejantes, lo que indica la buena repetitividad del proceso.

En la Tabla 40, se muestran los coeficientes de regresión de los términos lineales (L) y cuadráticos (Q), la interacción de las variables independientes (X1 y X2), además muestra el error estándar, el valor t-student y p-valor.

Realizamos el análisis de regresión para la el valor sensorial de sabor lo cual nos muestra en la siguiente tabla:

Tabla 40: *Coefficientes de regresión para el sabor sensorial de la galleta*

Factor	Coefficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	p-valor*
Media	7.1326	0.2230	31.9779	0.0000
X₁ (L)	0.1025	0.0183	5.5845	0.0025
X₁ (Q)	-0.0067	0.0006	-10.2802	0.0001
X₂ (L)	0.1168	0.0902	1.2950	0.2519
X₂ (Q)	-0.0132	0.0104	-1.2675	0.2608
X₁.X₂	0.00441	0.0031	1.4121	0.2170

X₁: % H. Soya, X₂: % H. Moringa, L: Término lineal, Q: Término cuadrático,

*Porcentaje de significancia 5% (p<0.05).

Podemos observar que se muestran en la tabla los coeficientes lineales y cuadráticos, el valor t y el valor P para los diferentes puntajes promedio que se evaluaron en el sabor.

Para la evaluación de la variable textura Sensorial, el valor del coeficiente de determinación (r²) fue de 96.8161 % por lo que es aceptable y el modelo se ajusta bien a los datos experimentales. (Ver ANOVA, en Anexos II, tabla 64)

El modelo con las variables codificadas que representan sabor Sensorial se muestra en la siguiente ecuación:

$$Z = 7.1326 + 0.1025X_1 + 0.1168X_2 - 0.0067X_1^2 - 0.01326X_2^2 + 0.0044X_1X_2$$

Donde:

Z: Sabor

X₁ :% H. Soya

X₂ :% H. Moringa

X₁X₂: Interacción de % H. de Soya y % de H. de Moringa.

Según el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en el **anexo** (II-tabla 64), se observa que el modelo describe la respuesta de Sabor Sensorial en función de las variables independientes en estudio, con parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, teniendo en cuenta que el porcentaje de r^2 fue mayor a 75%. Por lo tanto, se procede a construir de manera segura el gráfico de superficie de respuesta y gráfico de contornos

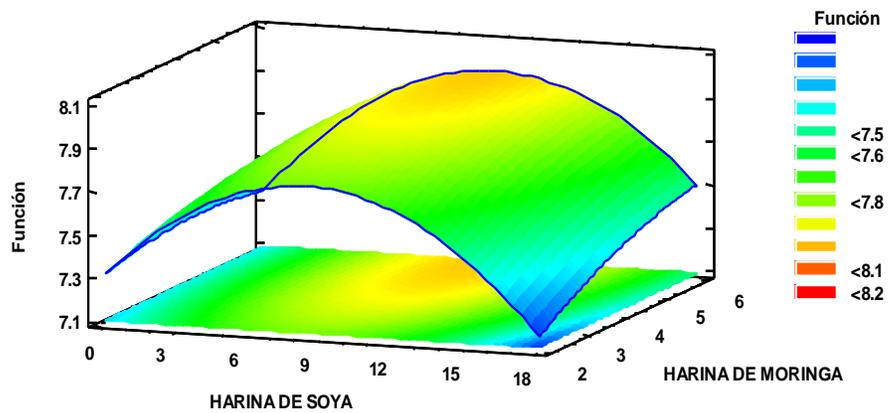


Ilustración 50: Superficie de respuesta para sabor sensorial de galletas en función de: Contenido de harina de soya (%) y harina de moringa (%).

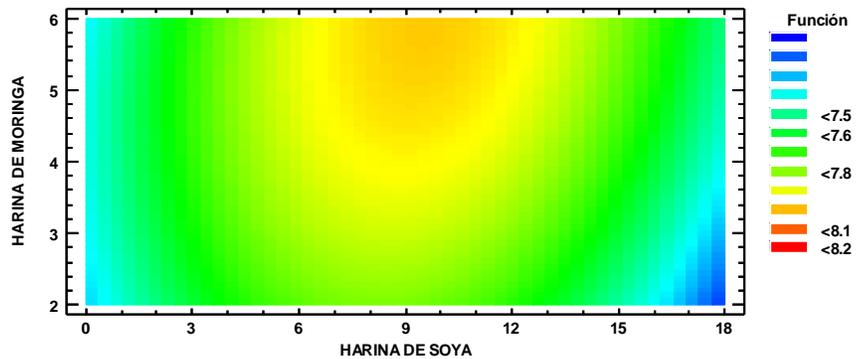


Ilustración 51: Gráfica de contorno para sabor sensorial de galletas en función de: Contenido de harina de soya (%) y harina de moringa (%).

Se observa que la aceptación de sabor Sensorial de galletas es mayor a medida que se va incrementando el % de harina de moringa y cuando es menor el % de harina de soya, esto favorece el grado de aceptación sensorial del atributo sabor por parte de los panelistas.

Por lo que consideramos a la región limitada por los valores del % harina de soya (entre 7 a 10%) y % de harina de moringa (entre 4 a 6 %), para la obtención de mayores valores de aceptación para el sabor sensorial de galletas. Concluimos que la formulación: F₈ es la que obtiene el mayor valor para el sabor sensorial. Sin embargo (Saldaña, 2020) señala que la galleta cuya formulación tuvo mayor puntaje, fue aquella compuesta por proporción de 90 % trigo y 10 % harina de moringa, asimismo indica que a menor proporción de harina de moringa tiene mayor aceptabilidad. (Asenci, 2017) sugieren que para que no se afecte la aceptabilidad del producto con el añadido de harina de moringa es fundamental el empleo de sustancias aromatizantes. En otras investigaciones recientes la aceptación de sabor de las propiedades de productos de trigo y soya disminuye en los panelistas con un aumento del contenido de la harina de soya. (Mashayekh, 2016)

4.3.2.2. Olor

De los resultados obtenidos para el olor sensorial, tenemos resultados de 7.52 a 8.01, para una escala que va del 1 al 9, que corresponde al F6 mínimo y F8 máximo:

Tabla 41: Puntaje para olor sensorial

FORMULACIÓN	OLOR
F 1	7.75
F 2	7.55
F 3	7.65
F 4	7.71
F 5	7.67
F 6	7.52
F 7	7.73
F 8	8.01
F 9	7.89
F 10	7.89
F 11	7.89
CONTROL	7.75

Tabla 42: Coeficientes de regresión para el olor sensorial

Factor	Coefficient es de regresión	Error Estándar	t(5)	p- valor*
Media	7.4214	0.3379	21.9624	0.0000
X₁ (L)	0.0631	0.0278	2.2701	0.0724
X₁ (Q)	-0.0051	0.0009	-5.2325	0.0034
X₂ (L)	0.0519	0.1367	0.3800	0.7195
X₂ (Q)	-0.0113	0.0158	-0.7147	0.5067
X₁.X₂	0.0081	0.0047	1.7234	0.1454

X₁: % H. Soya, X₂: % H. Moringa, L: Término lineal, Q: Término cuadrático,

*Porcentaje de significancia 5% (p<0.05).

En la Tabla 42, se muestran los coeficientes de regresión de los términos lineales (L) y cuadráticos (Q), la interacción de las variables independientes (X₁ y X₂), además muestra el error estándar, el valor t-student y p-valor. (*ANOVA en Anexos II, tabla 65)

El (r²) fue de 92.79 %. El modelo con las variables codificadas que representan al Olor Sensorial se muestra en la siguiente ecuación:

$$Z = 7.4214 + 0.0631X_1 + 0.0519X_2 - 0.0051X_1^2 - 0.0113X_2^2 + 0.0081X_1X_2$$

Donde:

Z: Olor

X₁ :% H. Soya

X₂ :% H. Moringa

X₁X₂: Interacción de % H. de Soya y %de H. de Moringa.

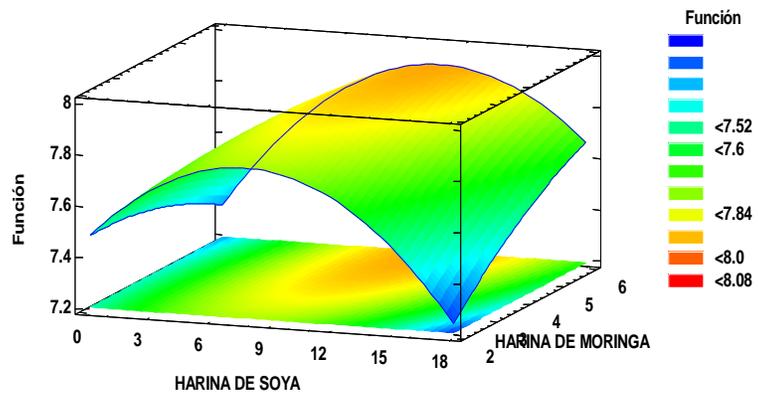


Ilustración 52: Superficie de respuesta para olor sensorial de galletas en función de: Contenido de harina de soya (%) y harina de moringa (%).

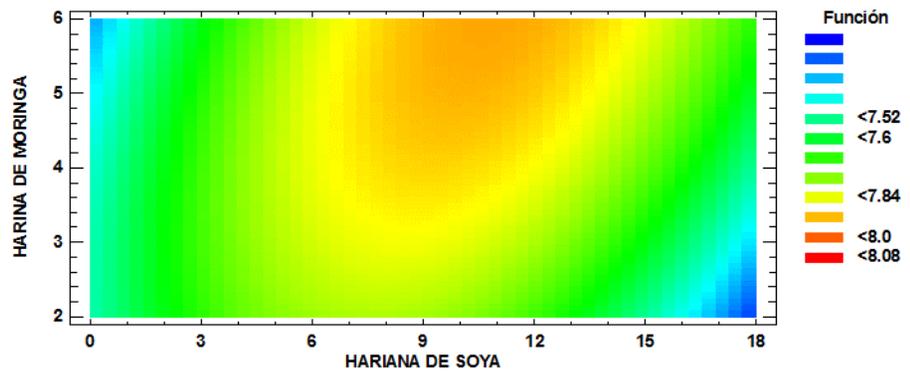


Ilustración 53: Gráfica de contorno para olor sensorial de galletas en función de: Contenido de harina de soya (%) y harina de moringa (%).

Según como observamos las ilustraciones, la aceptación de olor Sensorial de galletas es mayor a medida que se va incrementando el % de harina de moringa y el % de harina de soya, favorece la aceptación sensorial del atributo olor por parte de los panelistas.

Por lo que se considera a la región limitada por los valores del % harina de soya (entre 8 a 13%) y % de harina de moringa (entre 5 a 6 %), para la obtención de mayores valores de aceptación para el olor sensorial de galletas. Concluimos que las formulaciones: F₈ y F₉, F₁₀ y F₁₁ son las que obtienen el mayor valor para el olor sensorial. (Arroyo, 2014) afirma que al añadir más porcentaje de harina de soya le confiere un olor agradable al producto final pues su formulación más aceptable fue la de mayor porcentaje de harina de soya. También (Curazi, 2017) concluye que a menor porcentaje de harina de moringa mayor aceptación de la galleta pues los jueces comentaron del olor a hoja cruda que se siente en las galletas de moringa, esta percepción todavía continuó por ello en dos de los tratamientos se aplicó calor con el objetivo de minimizar este efecto del olor a hoja.

4.3.2.3. Color

Los resultados obtenidos para el color, tenemos resultados de 7.45 a 7.99, para una escala que va del 1 al 9.

Tabla 43: Puntaje para color sensorial

FORMULACIÓN	COLOR
F 1	7.80
F 2	7.46
F 3	7.73
F 4	7.67
F 5	7.60
F 6	7.45
F 7	7.77
F 8	7.98
F 9	7.97
F 10	7.96
F 11	7.96
CONTROL	7.99

Realizamos el análisis de regresión para el valor sensorial de color lo cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 44: Coeficientes de regresión para color sensorial

Factor	Coefficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	p-valor*
Media	7.1502	0.2247	31.8147	0.0000
X₁ (L)	0.0974	0.0185	5.2679	0.0033
X₁ (Q)	-0.0072	0.0006	-11.1065	0.0001
X₂ (L)	0.1566	0.0909	1.7229	0.1455
X₂ (Q)	-0.0253	0.0105	-2.3999	0.0616
X₁,X₂	0.0088	0.0031	2.7992	0.0380

X₁: % H. Soya, X₂: % H. Moringa, L: Término lineal, Q: Término cuadrático,

*Porcentaje de significancia 5% (p<0.05).

Se muestran en la tabla los coeficientes lineales y cuadráticos del % de harina de soya (X) y el % de harina de moringa, el valor t y el valor P para los diferentes puntajes promedio que se evaluaron en el color sensorial. Siendo significativo el valor lineal del % de harina de Soya y el valor cuadrático de ésta, así como la interacción de las dos.

Para evaluar la variable color Sensorial, el valor del coeficiente de determinación (r^2) fue de 97.02 % por lo que es aceptable y el modelo se ajusta bien a los datos experimentales.

El modelo con las variables codificadas que representan al Color Sensorial se muestra en la siguiente ecuación:

$$Z = 7.15026 + 0.0974X_1 + 0.1566X_2 - 0.0072X_1^2 - 0.02530X_2^2 + 0.0088X_1X_2$$

Donde:

Z: Color

X₁ :% H. Soya

X₂ :% H. Moringa

X₁X₂: Interacción de % H. de Soya y % de H. de Moringa.

El análisis de varianza (ANOVA en Anexos II, tabla 66) mostrado en anexos, observamos que el modelo describe la respuesta de Color Sensorial en función de las variables independientes en estudio, con parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, por lo tanto, construimos el gráfico de superficie de respuesta y gráfico de contornos, con seguridad.

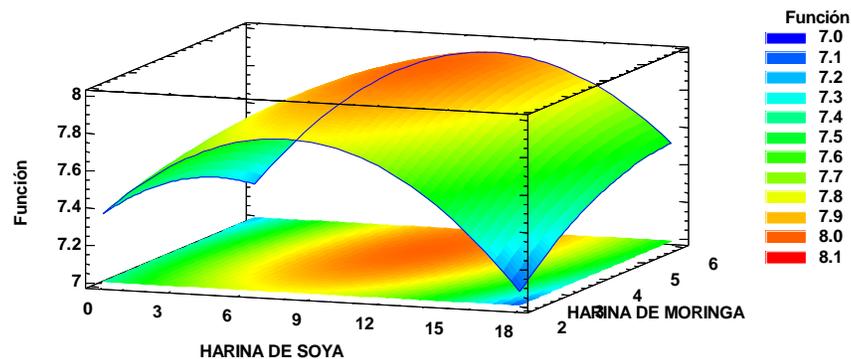


Ilustración 54: Superficie de respuesta para color sensorial de galletas en función de: Contenido de harina de soya (%) y harina de moringa (%).

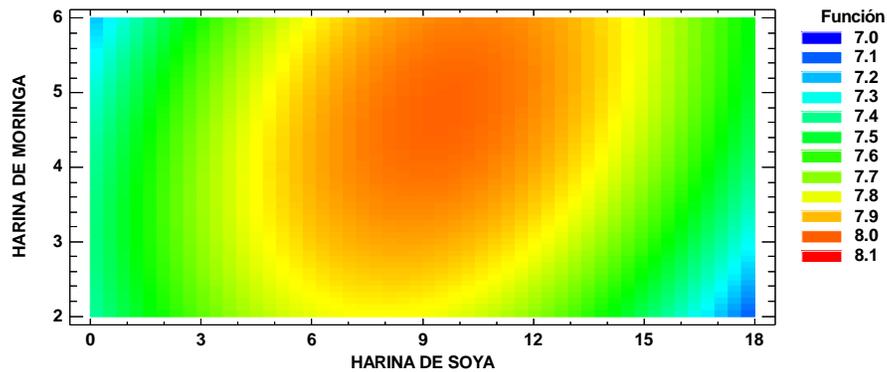


Ilustración 55: grafica de contorno para color sensorial de galletas en función de: Contenido de harina de soya (%) y harina de moringa (%).

Concluimos que las formulaciones: F₈ y F₉ con (7.98 y 7.97) son las que obtienen el mayor valor para el color sensorial. Por lo tanto, se puede considerar a la región delimitada por los valores del % harina de soya (entre 7 a 10%) y % de harina de moringa (entre 4 a 6 %), para la obtención de mayores valores de aceptación para el color sensorial de galletas. Concluimos que la formulación: F₈ es la que obtiene el mayor valor para el color sensorial.

(Curazi, 2017) señala que la galleta de moringa que obtuvo menor puntaje por los jueces fue aquella cuyo color verde era intenso. Además hicieron comentarios a las galletas adicionadas con moringa con respecto a su apariencia no común en estos productos, cabe resaltar que el color verde característico de las hojas de moringa permaneció en todos los tratamientos combinado con el color blanco del amaranto, esta presentación no les resulta agradable y llamativa; por lo antes mencionado podría resultar conveniente en una futura investigación usar coberturas que permitan minimizar el efecto detectado por los jueces y de esa manera mejorar la percepción durante la evaluación. Por otro lado, Shfali y Sudesh (2016), quienes determinaron una mayor aceptación

del color en panes enriquecidos con harina de soya hasta en un 10%, debido a la intensidad del color marrón de la corteza y el color dorado de la miga.

4.3.2.4. Textura

La Tabla 45 muestra los resultados obtenidos de la variable en estudio que corresponde al análisis de textura sensorial de las galletas

Tabla 45: *Puntaje para textura sensorial*

FORMULACIÓN	TEXTURA
F 1	7.65
F 2	7.40
F 3	7.81
F 4	7.64
F 5	7.59
F 6	7.91
F 7	7.72
F 8	7.88
F 9	7.90
F 10	7.90
F 11	7.90
CONTROL	7.56

Los resultados obtenidos, nos muestran que las galletas presentaron una textura sensorial entre 7.40 y 7.91, que corresponden al valor mínimo (F2) y máximo (F6) respectivamente. Realizamos el análisis de regresión para la el valor sensorial de textura lo cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 46: *Coefficientes de Regresión para la textura sensorial*

Factor	Coefficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	p-valor*
Media	6.9277	0.1912	36.2321	0.0000
X₁ (L)	0.1089	0.0157	6.9245	0.0010
X₁ (Q)	-0.0066	0.0005	-11.9615	0.0001
X₂ (L)	0.1794	0.0773	2.3193	0.0681
X₂ (Q)	-0.0167	0.0089	-1.8685	0.1206
X₁.X₂	0.0025	0.0026	0.9434	0.3888

X₁: % H. Soya, X₂: % H. Moringa, L: Término lineal, Q: Término cuadrático,

*Porcentaje de significancia 5% (p<0.05).

Como podemos observar se muestran en la tabla los coeficientes lineales y cuadráticos, el valor t y el valor P para los diferentes puntajes promedio que se evaluaron en la textura. (*Ver ANOVA, en Anexos II tabla 67)

El modelo con las variables codificadas que representan la Textura Sensorial, dependiendo del % Harina de Soya y % Harina de moringa en el rango estudiado se muestra en la siguiente ecuación:

$$Z = 6.9277 + 0.1089X_1 + 0.1794X_2 - 0.0066X_1^2 - 0.01676X_2^2 + 0.0025X_1X_2$$

Donde:

Z: Textura

X₁ :% H. Soya

X₂ :% H. Moringa

X₁X₂: Interacción de % H. de Soya y % de H. de Moringa.

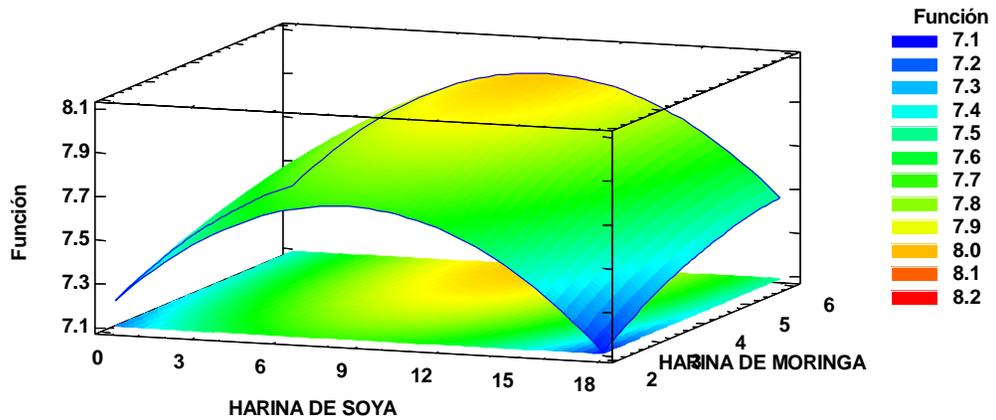


Ilustración 56 Superficie de respuesta para textura sensorial de galletas en función de: Contenido de harina de soya (%) y harina de moringa (%).

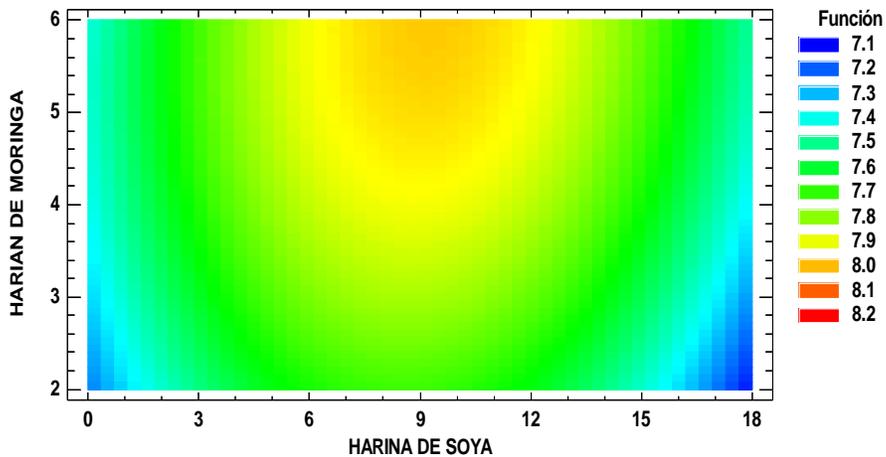


Ilustración 57: grafica de contorno para textura sensorial de galletas en función de: Contenido de harina de soya (%) y harina de moringa (%).

Concluimos que las formulaciones: F6 y F8. Son las que obtienen el mayor valor para la textura sensorial con porcentajes de sustitución de 7 y 13% de harina de soya y 4 y 6 % de harina de moringa respectivamente.

En el trabajo de Investigación realizado por (Hinostraza, 2014) nos dice que la textura es un factor de aceptabilidad sensorial importante para la aprobación de algunos alimentos por parte del consumidor. Este atributo es influenciado por

los ingredientes empleados y tiempos de horneado, factores que contribuyen a obtener una textura adecuada, la harina de soya es una de ellas ya que al incrementar el porcentaje de sustitución la dureza disminuye, al interactuar con la harina de trigo; estas influyen en el tiempo de horneado adquiriendo así una dureza adecuada. La textura de las galletas es el parámetro de calidad de mayor importancia para el consumidor de productos horneados (Enaine, 2018) indica que no existen diferencias significativas entre los tres tratamientos en los que se usó moringa como ingrediente, fueron evaluados con la calificación de me gusta moderadamente. Se compararon las galletas de moringa con la galleta comercial, los resultados indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre las texturas de las galletas elaboradas con moringa deshidratada/fresca y galleta comercial siendo calificadas como no me gusta ni me disgusta. Eso significa que cualquiera de las dos puede ser aceptada por los jueces evaluadores.

(Paucar, Salvador, & Guillén, 2016) Si bien se observó que la incorporación de Harina de Soya aumentó la firmeza de los mismos, ésta no tuvo diferencia significativa ($p > 0,05$) en comparación con F0. No obstante, al partir las muestras se distinguió que las formulaciones con mayor concentración de Harina de Soya presentaron una miga más densa en comparación con F0, demostrando que las proteínas de la harina de soya mejoran las propiedades de textura del alimento en el que son incorporadas. (Nilufer, 2012) Estudios afirman que la Harina de Soya tiene propiedades funcionales atractivas, como

una alta retención de agua, la capacidad de formación de espuma, las propiedades de manipulación de masas, y un efecto de ablandamiento

4.3.3. Elección de la Mejor formulación

Para elegir la mejor formulación se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

Características tecnológicas y sensoriales, es decir: Cómputo químico de aminoácidos (lisina), aceptabilidad sensorial (color, olor, sabor y textura), y volumen específico.

En la Tabla 47, se muestra el resumen de los resultados de superficie de respuesta evaluado por el diseño (DCCR) de los atributos de mayor relevancia para elección de la mejor formulación, dicho diseño nos ayuda a ir escogiendo de acuerdo con los resultados las mejores formulaciones. En la segunda y tercera columna de la tabla, se observa cual es el mejor porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de soya y harina de moringa, para así obtener como resultado la mejor formulación, con los porcentajes de sustitución, teniendo en cuenta que cumpla con las mejores características posibles.

Tabla 47: Resumen de los resultados de superficie de respuesta evaluado por el diseño (DCCR) de los atributos de mayor relevancia para elección de la mejor formulación.

Atributos para elección de mejor formulación	Harina de. Soya (% de sustitución)	Harina de Moringa (% de sustitución)	Formulaciones
Sabor sensorial	7 – 10 %	4 – 6 %	F3, F8, F9, F10 y F11
Olor sensorial	8 – 13 %	5 – 6 %	F8, F9, F10 y F11
Color sensorial	9 – 10 %	3- 4 %	F8 y F9
Textura Sensorial	8 – 10 %	3 – 5.5 %	F6 y F8
Volumen específico	7 - 10 %	2 – 5 %	F7, F8, F9,10 y F11

Tabla 48: Elección de la mejor formulación de acuerdo a los atributos ponderados

		F8	F9	F10	F11
COLOR	W	0.15	0.15	0.15	0.15
	\bar{X}	7.98	7.96	7.96	7.96
	T_C	1.19	1.19	1.19	1.19
OLOR	W	0.10	0.10	0.10	0.10
	\bar{X}	8.01	7.89	7.89	7.89
	T_O	0.80	0.78	0.78	0.78
SABOR	W	0.20	0.20	0.20	0.20
	\bar{X}	8.02	7.92	7.92	7.92
	T_S	1.60	1.58	1.58	1.58
TEXTURA	W	0.30	0.30	0.30	0.30
	\bar{X}	7.88	7.90	7.90	7.90
	T_T	2.36	2.37	2.37	2.37
LISINA	W	0.15	0.15	0.15	0.15
	\bar{X}	82	74	74	74
	T_L	12.3	11.1	11.1	11.1
V. ESP.	W	0.10	0.10	0.10	0.10
	\bar{X}	5.5	5.1	5.1	5.2
	T_V	0.55	0.51	0.51	0.52
TOTAL		18.8	17.53	17.53	17.54

Las formulaciones seleccionadas fueron: F8, F9, F10 y F11, estas se seleccionaron según los resultados registrados en la tabla 48, estas formulaciones son las más relevantes cumplen con los atributos evaluados. Empleando la metodología de (Wittig, 2011) escogeremos una formulación, ésta consiste en evaluar los atributos ponderados según sus pesos (W): Lisina (0.15), Volumen Especifico (0.10), Color (0.15), Olor (0.10), Sabor (0.20), Textura (0.30).

En la Tabla 48, se puede observar los promedios que se han obtenido, según los análisis realizados, tanto en score químico, evaluación sensorial y volumen específico, los cuales fueron multiplicados por su peso (W), para obtener la ponderación total (T) por atributo, como es color, olor, sabor, lisina y volumen específico. Luego se sumó los subtotaes, para obtener como resultado el puntaje final

para cada formulación, cuya y así encontrar la mejor formulación, con el puntaje más alto luego de evaluar sus atributos ponderados. Siendo la mejor formulación F8, con un total de 18.8 sobre las otras.

(Paucar, 2013) Menciona que la sustitución de harina de trigo por harina de soya, si tiene efecto significativo en las características tecnológicas, ya que mejora la retención de agua y disminuye la pérdida de peso, así mismo la sustitución de hasta un 10 % de harina de trigo por harina de soya mejora la firmeza de estos productos. Además, demostró que es posible producir galletas tipo cookie, con adición de 10 % de harina de soya germinada, con poca variación en las características de la calidad con respecto a la formulación control, logrando aumentar el porcentaje de proteínas y perfil de aminoácidos.

(Carrión, 2014) Observó que una menor sustitución con harina de moringa en galletas permite maximizar las características sensoriales y manifestar un menor número de irregularidades en las galletas dulces. A su vez; (Asensio, 2017), realizó una revisión sobre el empleo de moringa en la elaboración de panes y galletas donde afirma que al realizar las sustituciones se consigue un aumento en los porcentajes de proteínas y fibra frente a la formulación control.

4.4. Análisis de la galleta de mejor formulación y control

4.4.1. Caracterización química proximal

En la tabla se muestra la caracterización química proximal, para la galleta control y la galleta de mejor formulación.

Tabla 49: *Análisis de galletas de mejor formulación y control*

COMPONENTES	GALLETA CONTROL	GALLETA M. Formulaci3n
Humedad	3.10 + 0.02%	2.2 ± 0.02%
Proteínas	9.52 ± 0.03	10.38 ± 0.21%
Ceniza	1.71 ± 0.01%	2.27 ± 0.01%
Grasa	10.57 ± 0.03%	16.87 ± 0.02%
Carbohidratos	73.8%	68.28%
Fibra	0.94 ± 0.04%	0.80 ± 0.01%

*Media de 3 repeticiones + SD.

La humedad de las galletas al encontrarse entre 2 y 8 % les confiere crocancia (Paucar , 2013), en nuestros resultados, obtenemos una humedad del $2.2 \pm 0.02\%$, para la galleta de mejor formulaci3n. Por otro lado, en prote3nas, seg3n (Badui, 2008) afirma que la importancia de las prote3nas en los sistemas alimenticios se debe a las propiedades nutricionales, pues de sus componentes se obtienen mol3culas nitrogenadas que permiten el crecimiento de quien las consume.

As3 mismo, el contenido de prote3na de la galleta de mejor formulaci3n en la sustituci3n de harina de trigo, por harina de soya y harina de moringa fue de $10.38 \pm 0.21\%$, obteni3ndose un valor por encima del contenido de prote3na de la galleta control 9.52 ± 0.01 . En la investigaci3n realizada por (Arista & Ramirez, 2018) reportaron un valor de porcentaje de prote3na para la galleta de mejor formulaci3n $9,94 \pm 0,95\%$, inferior al obtenido en esta investigaci3n, podr3a deberse a que las

harinas utilizadas (quinua y chía blanca) tienen un porcentaje inferior de proteína, a lo que posee la harina de soya y moringa.

El valor de ceniza de nuestra galleta de mejor formulación fue de $2.27 \pm 0.01\%$, la cantidad de cenizas es una medida importante para determinar la calidad de las harinas utilizadas en las galletas; harinas con contenidos altos de cenizas normalmente presentarían coloraciones oscuras en las galletas. (Dary, 2012)

En grasa la galleta control tuvo $10.57 \pm 0.03\%$, mientras que la mejor formulación presentó un $16.87 \pm 0.02\%$, esto se debe al porcentaje de grasa que presenta la harina de soya de 23.07, a diferencia de las otras harinas que presentaron un valor menor en grasa, sin embargo nuestra galleta no sobrepasa el índice de grasa según (Bautista, 2014), la galleta no debe reportar un valor mayor a 20 % en grasa.

La galleta control tiene un $0.94 \pm 0.04\%$ en fibra y la galleta de mejor formulación tiene un $0.80 \pm 0.01\%$.

Con respecto al porcentaje de carbohidratos la tabla 37 muestra que para la galleta control tiene un valor de 73.8% y para la galleta de mejor formulación un valor de 68.28%.

4.4.2. Evaluación Físicoquímica

A) Humedad

En la tabla 50, se muestran los resultados del análisis del % de humedad en las galletas, almacenadas a temperatura ambiente.

Tabla 50: Porcentaje de humedad

Tiempo Días	% Humedad	
	Galleta Control	Galleta Mejor Formulación
0	3.1 ± 0.02	2.2 ± 0.02
3	3.6 ± 0.01	2.8 ± 0.02
5	4.1 ± 0.02	3.1 ± 0.03
7	4.5 ± 0.02	3.8 ± 0.01
15	7.7 ± 0.03	5.8 ± 0.02
21	8.6 ± 0.01	7.4 ± 0.02
31	9.7 ± 0.02	9.2 ± 0.01

*Media basados en tres repeticiones +SD

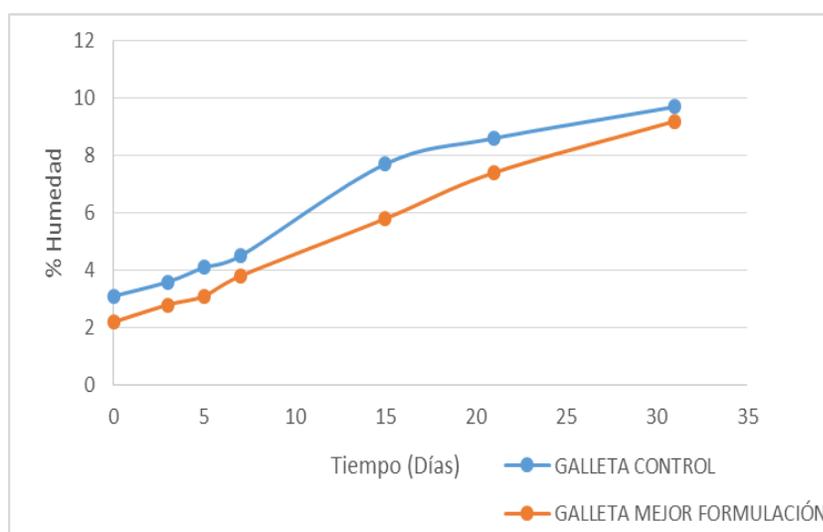


Ilustración 58: % Humedad de las Galletas

La tabla nos muestra que al inicio del almacenamiento la galleta control presentó una humedad de 3.1 ± 0.02 % y la galleta de mejor formulación una humedad de 2.2 ± 0.02 , estos valores fueron aumentando a medida que avanzaban los días de almacenamiento, el día 31 los valores de humedad en la galleta control y galleta de mejor formulación fueron 9.7 ± 0.02 y 9.2 ± 0.01 % respectivamente.

Según, (Zamudio, 2017) indica que durante el enfriamiento hay cambios significativos en la humedad de la galleta; en las galletas recién horneadas, el

contenido de humedad es más alto en la parte central, disminuye gradualmente desde el centro hacia la periferia, a medida que las galletas se enfrían, la humedad en las distintas zonas comienza a nivelarse, y la alineación completa se produce solo después de que hayan transcurrido las 30 horas. La velocidad de difusión de la humedad desde las capas internas de las galletas a la superficie exterior obedece a la misma ley que la transferencia de calor, pero solo en este caso la fuerza impulsora no es la diferencia de temperatura, sino la diferencia en las concentraciones de humedad. Al mismo tiempo, la parte seca de la galleta percibe humedad y la parte húmeda la pierde hasta que se produce el equilibrio. Los primeros minutos después de hornear las galletas pierden humedad muy intensamente.

Una forma de regular la humedad es al envasar las galletas, es importante tener en cuenta la bolsa que se va utilizar pues sirve para mantener una atmósfera con presión de valor equilibrado con la presión de vapor del producto, también para mantener las características organolépticas del producto final. La bolsa debe tener características de hermeticidad y de baja permeabilidad al vapor de agua, como al oxígeno (Matckovich, 2011) en la ilustración 58 podemos observar que, en el transcurso de los días de almacenamiento, la humedad de las galletas se va incrementando.

B) Actividad de agua

La actividad de agua de las galletas se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 51:Aw en 21 días

Tiempo Días	Aw	
	Galleta Control	Galleta Mejor Formulación
0	0.365 ± 0.02	0.377± 0.01
3	0.375 ± 0.01	0.391 ± 0.02
5	0.390 ± 0.02	0.403 ± 0.01
7	0.414± 0.03	0.446± 0.01
15	0.460± 0.01	0.462± 0.02
21	0.650± 0.02	0.710± 0.03

***Media basados en tres repeticiones +SD**

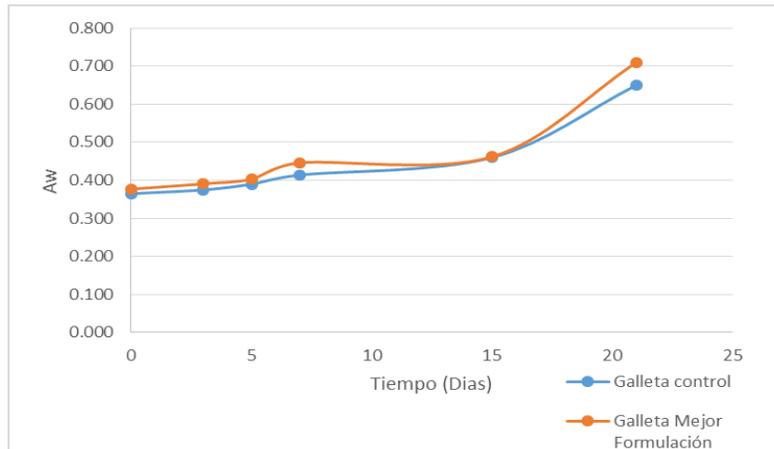


Ilustración 59: Aw de las galletas

En la tabla 51 observamos que, al inicio del almacenamiento, la galleta control y mejor formulación presentaron una actividad de agua de 0.365 y 0.377 respectivamente. (Gianola, 2003) Menciona que los productos horneados son muy secos y tienen una baja actividad de agua, por lo tanto, para el consumidor le resulta crocante/dura hasta una galleta con aw de 0.70, luego están se tornan indeseables.

En la ilustración 61 observamos que, al transcurrir los 15 días de almacenamiento, la actividad de agua va aumentando, llegando a los 21 días con valores de 0.650 ± 0.02 y 0.710 ± 0.03 en la galleta control y de mejor formulación respectivamente.

Según (Badui, 2008) la A_w influye directamente en la vida útil de los alimentos, su decrecimiento frena en primer lugar el crecimiento de microorganismos, posteriormente las reacciones catalizadas por enzimas y por último también el pardeamiento no enzimático; es por ello que las galletas son consideradas un alimento de vida útil prolongada, que se encuentra protegido de forma considerable frente a las alteraciones causadas por microorganismos. Al obtener finalmente en nuestros resultados baja A_w nos supone que dichas condiciones pueden disminuir el crecimiento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras debido a que presentan una a_w inferior a 0,6.

C) pH

Tabla 52: pH en las galletas

TIEMPO (DÍAS)	pH	
	CONTROL	OPTIMO
0	6.81 ± 0.05	7.04 ± 0.03
2	6.78 ± 0.04	6.89 ± 0.05
5	6.67 ± 0.06	6.77 ± 0.03
7	6.57 ± 0.03	6.71 ± 0.05
9	6.49 ± 0.04	6.68 ± 0.06
14	6.44 ± 0.05	6.66 ± 0.04
21	6.39 ± 0.04	6.63 ± 0.03
31	6.34 ± 0.02	6.57 ± 0.08

*Media basados en tres repeticiones +SD

El pH de ambas galletas como se observa en la tabla 52, disminuyen con el pasar de los días; observando así en la ilustración 60 unas pendientes descendientes.

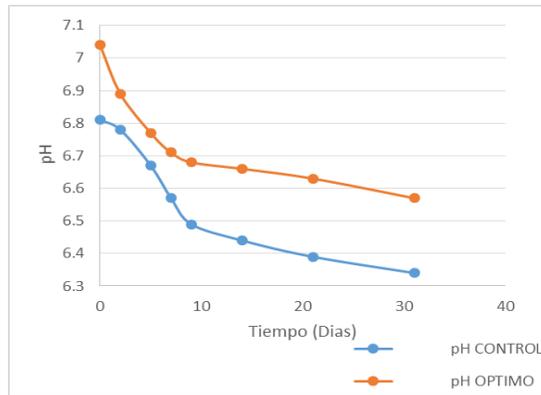


Ilustración 60: pH de las galletas

El pH para galletas dulces debe mantenerse neutro o ligeramente ácido con el fin de acentuar los sabores agradables de la galleta.

El pH es la medida de acidez o alcalinidad de un alimento, un factor determinante para controlar el crecimiento bacteriano. Con un pH bajo (condiciones ácidas) se detiene el desarrollo de bacterias. (Casaubon, 2016)

D) Colorimetría

El color de la corteza de la galleta es de suma importancia para llamar la atención del consumidor, una corteza muy pálida o en extremo oscura pueden causar el rechazo del producto (Paucar , 2013).

Tabla 53: Colorimetría de la galleta de mejor formulación

TIEMPO (Días)	COLORIMETRÍA DE LA GALLETA DE MEJOR FORMULACIÓN				
	a*	b*	L*	c*	H
0	-32.30 ±0.21	36.94 ±0.37	68.26 ±0.48	52.61	97.14
2	-33.51±0.21	38.67± 0.25	67.82 ± 0.12	54.39	96.60
5	-31.02 ±0.37	36.33± 0.31	67.39± 0.23	50.18	95.37
7	-30.74 ±0.52	36.55±0.25	65.81± 0.34	47.84	95.01
14	-32.68 ±0.20	40.80± 0.25	62.55± 0.18	48.63	93.40
21	-31.74 ±0.44	41.45 ±0.31	58.50± 0.26	44.48	90.83

*Media basados en tres repeticiones +SD

En la tabla 53 se muestra los valores de las coordenadas de cromaticidad (a* y b*), luminosidad (L), cromacidad (C) y ángulo de tonalidad (h) de la corteza de la galleta en el transcurso de los días de almacenamiento. Podemos observar, que los valores de L*, c* y H van disminuyendo según pasan los días, sin embargo, no es notorio en la galleta, el valor de c*, en el primer día obtuvo un valor de 52.61 y en el día 14 fue de 48.63, notándose una ligera disminución al transcurrir los días. El ángulo de tonalidad (h) en el primer día tuvo un valor de 97.14 con una tendencia hacia el color amarillo debido a la presencia de harina de soya. En el último día de presentó un valor de 90.83.

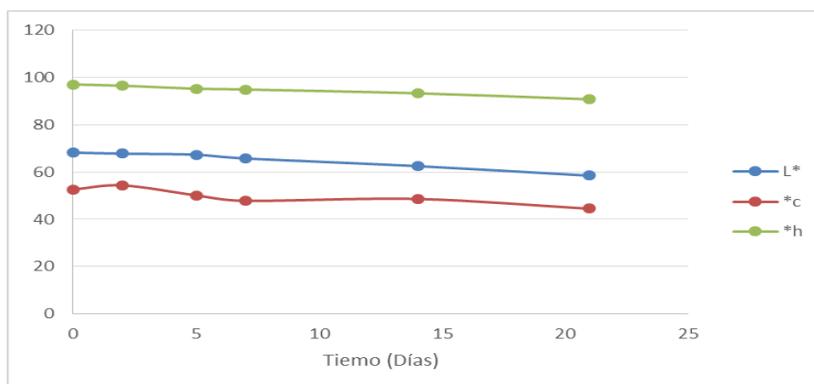


Ilustración 61: Colorimetría en la galleta de mejor formulación

E) textura instrumental

En la tabla 54 y la ilustración 62 se muestran los valores y las curvas obtenidas con el texturómetro para el análisis del perfil de textura de las galletas, control y mejor formulación, durante 21 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).

Tabla 54: Texturometría en 21 días de almacenamiento

TIEMPO O (Días)	Textura Instrumental (mJ)*	
	Control	Mejor formulación
0	61.49±0.01	65.50±0.04
2	65.63±0.03	68.33±0.01
4	68.87±0.04	71.31±0.03
7	71.59±0.002	75.22±0.002
9	75.84±0.02	78.17±0.01
11	79.56±0.03	81.37±0.01
14	83.78±0.04	85.28±0.002
21	88.05±0.05	91.47±0.04

***Media basados en tres repeticiones +SD**

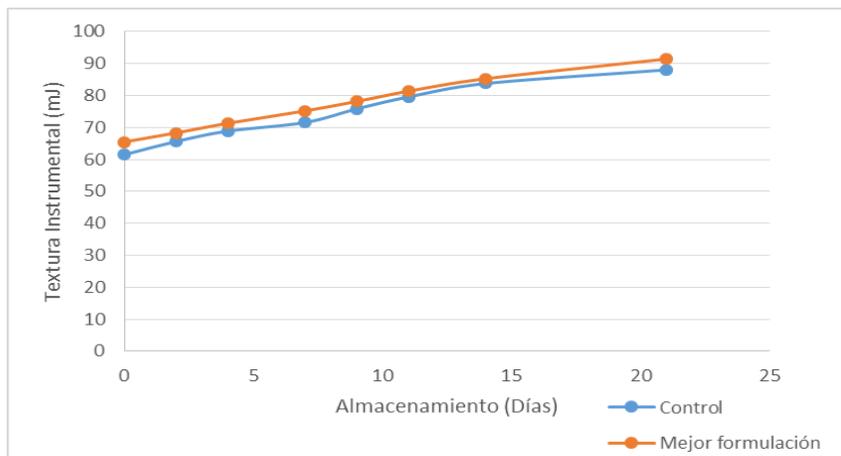


Ilustración 62: Textura Instrumental de las galletas

Como observamos en la Ilustración 62, la textura instrumental, al pasar los días de almacenamiento tiende a incrementarse obteniendo en el último día valores de textura instrumental: 88.05 ± 0.05 y 91.47 ± 0.04 mJ para el control y la mejor formulación. Debemos tener en cuenta que la textura de la galleta se ve afectada, por tres factores, A_w , tipo y cantidad de azúcar. Según (Novoa, 2016). La dureza de la muestra es un valor indicador de su frescura, mientras que la crujencia define su estructura interna y características de horneado. Una textura no esperada es responsable del rechazo por parte del consumidor, adicionalmente evaluar endurecimiento es clave en el cálculo de la vida útil del producto.

4.4.3. Vida Útil en las galletas

4.4.3.1. Análisis sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial de la galleta óptima se muestran en el anexo III-tabla 68, Dichos datos se utilizaron para hallar el tiempo de vida útil sensorial mediante el Método de Weibull.

a) Aceptabilidad

Los resultados de la evaluación sensorial de la galleta de mejor formulación se utilizaron para hallar el tiempo de vida útil sensorial mediante el Método de Weibull. Es necesario tener en cuenta que, en el análisis sensorial del producto, la aceptabilidad final de este, es la respuesta de parte de los panelistas la cual puede ser positiva o negativa en el transcurrir de los días.

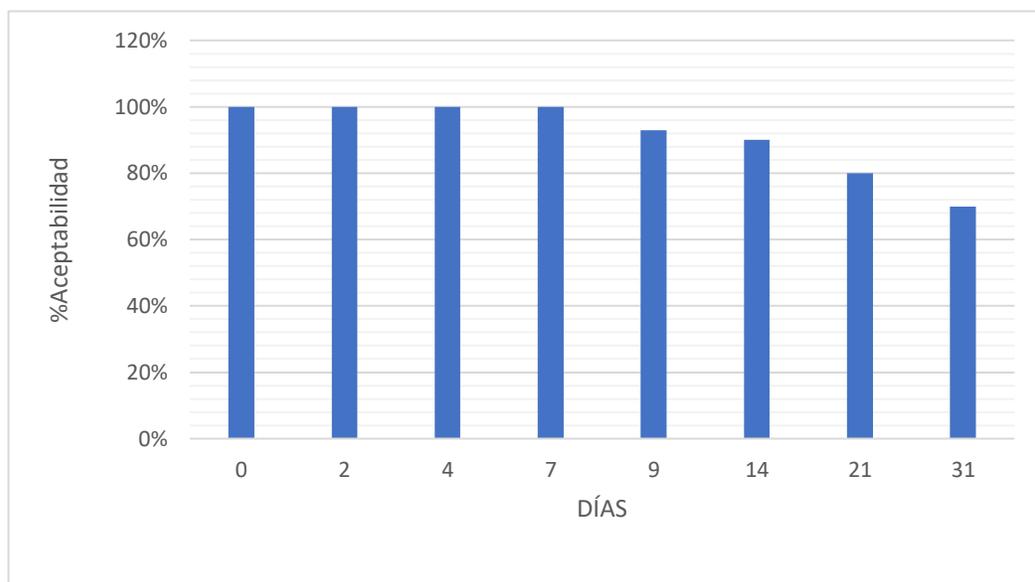


Ilustración 63: Aceptabilidad en las galletas

***Determinación de los parámetros de Weibull**

La función linealizada de la distribución acumulativa de Weibull fue:

$$\ln t = 0.2549 \ln H(t) + 1.6694$$

$$\alpha = 10^{1.6694} = 46.708 \text{ y } \beta = 1/0.2549 = 3.923$$

Utilizando los valores de la distribución Gamma del anexo III, se encuentra que $\gamma = 0.9064$.

Reemplazando este valor en la ecuación:

$$E = \alpha * \gamma \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

Se tendrá que el valor esperado es de 42.34. Utilizando el programa de Matlab, obtenemos que la galleta dura 42 días.

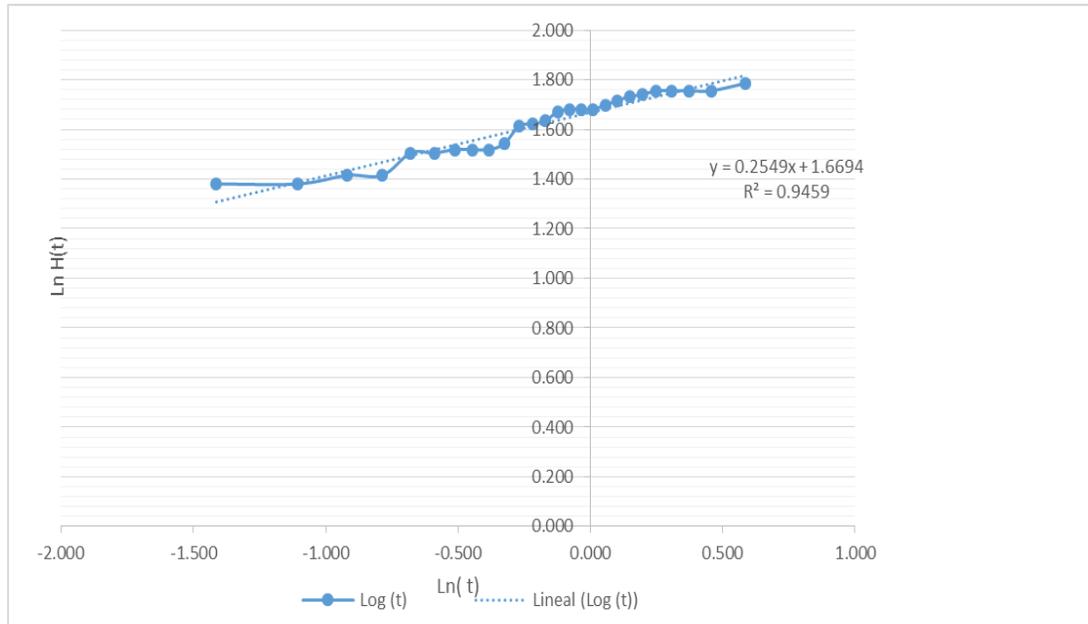


Ilustración 64: Gráfica de la función linealizada de Weibull

La vida útil de un alimento se puede definir como el tiempo que transcurre entre la producción/envasado del producto y el punto en el cual se vuelve inaceptable bajo determinadas condiciones ambientales. La percepción que tiene el hombre o sensación que experimenta el hombre es la respuesta a los estímulos procedentes de los alimentos y el proceso de interpretación incluye referencias a informaciones o situaciones previas almacenadas en la memoria, que modulan la sensación percibida antes de decidir la aceptación o rechazo del alimento. (Coster, 2011)

4.4.3.2. Análisis Tecnológicos

Acidez

Para la determinación de la vida útil se utilizó el modelo matemático de Gacula y Sing, para predecir el incremento de porcentaje de acidez al transcurrir de los días de almacenamiento. A continuación, se muestran los valores del porcentaje de acidez de la galleta de mejor formulación obtenido durante los 31 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 55: Acidez en los 31 días de almacenamiento

TIEMPO (DÍAS)	Acidez	
	CONTROL (%)	M. FORMULACIÓN (%)
0	0.01 \pm 0.01	0.02 \pm 0.02
2	0.01 \pm 0.03	0.03 \pm 0.01
4	0.02 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01
7	0.03 \pm 0.02	0.04 \pm 0.02
9	0.05 \pm 0.03	0.05 \pm 0.03
14	0.06 \pm 0.02	0.07 \pm 0.04
21	0.07 \pm 0.01	0.09 \pm 0.02
31	0.09 \pm 0.03	0.09 \pm 0.02

***Media basados en tres repeticiones +SD**

En la tabla 55 podemos observar que las galletas al inicio del almacenamiento presentaron una acidez de: galleta control = **0.01 \pm 0.01**, galleta mejor formulación = **0.02 \pm 0.02**, y en el último día de evaluación realizada se llegó a obtener **0.09 \pm 0.02** cumpliendo así con la norma técnica peruana (R.M. N°1020-2010/MINSA, 2016) para acidez.

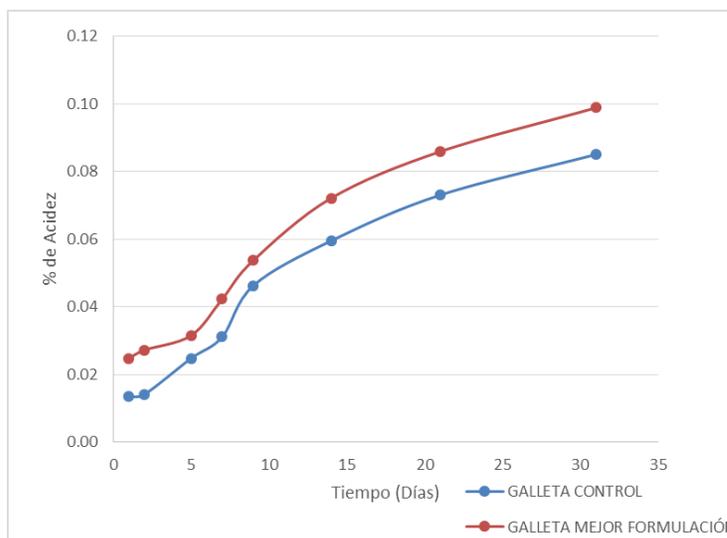


Ilustración 65: % de acidez en los 31 días

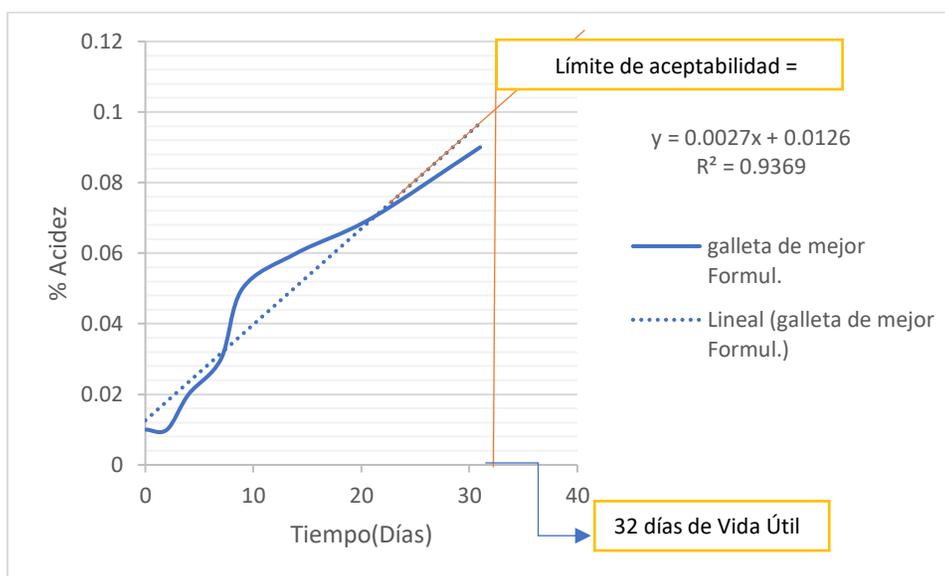


Ilustración 66: Vida útil según % de acidez

Los cálculos matemáticos para la determinación de vida útil de la galleta de la mejor formulación se presentan en el Anexo III-D. En la ilustración 66 se muestra la tendencia del % de acidez al transcurrir los días de almacenamiento de igual manera se realiza una proyección para determinar el tiempo de vida útil de la galleta de mejor formulación. En la evaluación realizada para la

galleta de mejor formulación durante 31 días el % de acidez no sobrepaso el limite permisible, por lo cual se tuvo que realizar una proyección en el tiempo para determinar la vida útil de la galleta, resultando que la galleta de mejor formulación tiene una vida útil de 32 días almacenado a temperatura ambiente en bolsas de polipropileno metalizado.

4.4.3.3. Evaluación de la Pérdida de peso

Según (Cantu, 2018), los cambios en el peso de los productos de panificación y galletería durante el almacenamiento son consecuencia de la redistribución del agua dentro del producto, así como el aumento de peso debido a la humedad del ambiente, esto ocurre a diferentes velocidades dependiendo de las condiciones de almacenamiento del producto.

Tabla 56: Variación de pesos en bolsas de polipropileno

VARIACIÓN DE PESOS EN BOLSAS DE POLIPROPILENO(g)							
GALLETAS	DÍA 0	DÍA 2	DÍA 5	DÍA 7	DÍA 10	DÍA 14	DÍA 21
CONTROL	4.11	4.12	4.15	4.22	4.27	4.39	4.51
MEJOR FORMULACIÓN	3.76	3.77	3.81	3.86	3.92	4.09	4.27

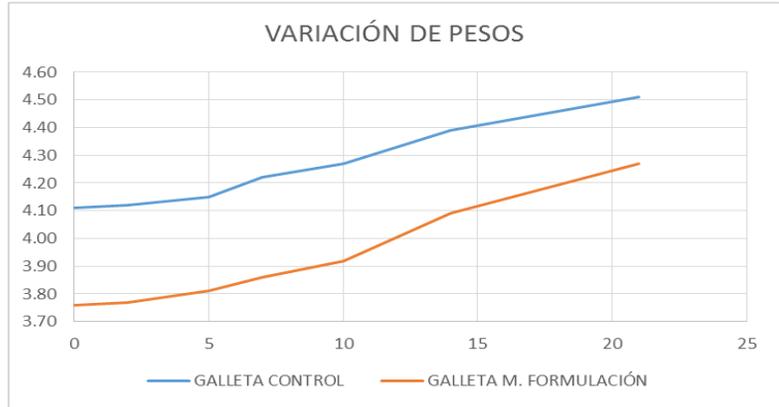


Ilustración 67: Variación de pesos en bolsas de polipropileno

Tabla 57: Variación de pesos en b. de polipropileno metalizado

VARIACIÓN DE PESOS EN BOLSAS DE POLIPROPILENO METALIZADO(g)							
GALLETA	DÍA 0	DÍA 2	DÍA 5	DÍA 7	DÍA 10	DÍA 14	DÍA 21
CONTROL	4.32	4.32	4.33	4.35	4.37	4.46	4.57
MEJOR FORMULACIÓN	3.52	3.54	3.54	3.55	3.58	3.66	3.78

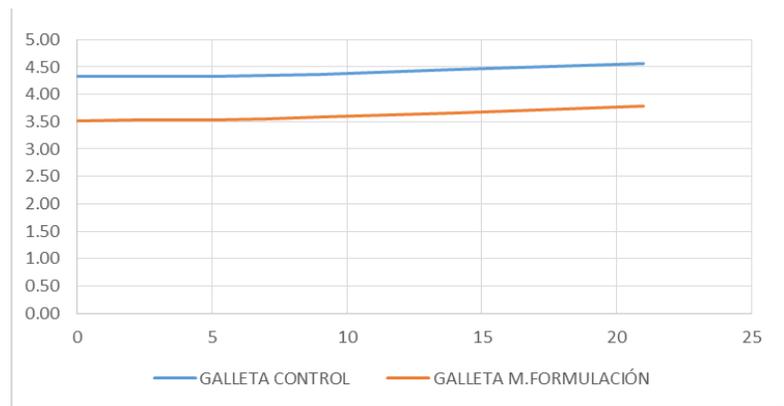


Ilustración 68: Variación de pesos en bolsas de polipropileno metalizado

En las ilustraciones podemos observar que, en el transcurso de los días de almacenamiento, tanto la galleta control como la de mejor formulación,

presentan un leve aumento de peso. En las bolsas de polipropileno la galleta control aumenta de peso en el día 21 un 9%, y la galleta de mejor formulación un 13 %. A diferencia de las bolsas de polipropileno metalizada cuya galleta control aumenta de peso un 5 % y la galleta de mejor formulación aumenta de peso un 6 % es decir en el día 21 la galleta control de la bolsa de polipropileno metalizada alcanza un peso de 4.57 g de un peso inicial de 4.32 g. y la mejor formulación un peso de 3.52 g de un peso inicial de 3.78g.

Según (Cantu, 2018), los cambios en el peso de los productos de panificación y galletería durante el almacenamiento son consecuencia de la redistribución del agua dentro del producto, así como el aumento de peso debido a la humedad del ambiente, esto ocurre a diferentes velocidades dependiendo de las condiciones de almacenamiento del producto.

4.4.3.4. Análisis Microbiológicos

- **Mohos**

La galleta de mejor formulación (F8), se le hizo el análisis microbiológico a los 31 días, teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 58: Recuento de Mohos en galletas

ENSAYOS	RESULTADO GALLETA M. FORMULACIÓN
Recuento de Mohos (UFC/g)	< 10

Por lo cual se puede determinar, que aún en los 31 días de vida útil de las galletas éstas se mantienen en buen estado.

- **Determinación de la vida útil**

Los resultados del análisis de evaluación sensorial para la aceptabilidad, indican que en el día 31 se obtuvo un valor de 70% de aceptabilidad llegando a una calidad satisfactoria, se calculó por el método de Weibull la vida útil según el análisis sensorial del producto, puede alcanzar hasta **42** días. Los resultados del % de acidez indican que hasta el día **31** se mantiene por debajo de 0.09%, alcanzando su límite (0.1%) según la regresión hasta el día **32**. Según el análisis microbiológico, se determinó que aun a los **31** días de vida útil las galletas se mantienen en buen estado.

(Fernandez, 2016) Existe una estrecha relación entre la vida útil y la evaluación sensorial de muchos alimentos. En galletas, este parámetro está definido por el cambio en sus propiedades sensoriales determinadas por la estabilidad microbiológica de las mismas. El día 21 se observa que el recuento de aerobios mesófilos fue de 2,90 para la galleta de soya A3 y de 2,60 Log₁₀ UFC/g para las galletas B3 y C3. A pesar que los valores fueron ligeramente mayores a los encontrados el día 14, aún se encuentran dentro de lo establecido por la norma. El resto de los parámetros microbiológicos se mantuvieron dentro del parámetro referencial para este tipo de producto establecido por la Norma COVENIN 1483, por lo cual la vida útil de esta galleta de soya supera los 21 días según la regresión.

(Ortiz, 2019) El parámetro utilizado para determinar el tiempo de vida útil de la galleta con sustitución parcial de moringa fue la humedad, que según la norma INEN 2085 tiene un valor máximo del 10%. Mediante la ecuación

cinética de degradación de orden cero, se determinó el tiempo estimado de vida útil del producto a las temperaturas de almacenamiento de 20, 30 y 40°C dando como resultado 2,3 y 1,3 meses de tiempo de vida útil respectivamente, el tiempo de vida útil determinado fue de 153 días. La temperatura de almacenamiento y el tiempo de vida útil del producto presentan una relación inversamente proporcional, es decir, mientras el producto mantenga temperaturas bajas, el tiempo de vida útil será mayor.

V. CONCLUSIONES

- En la composición proximal, la harina de soya presentó el mayor contenido de proteína con 34.46 ± 0.021 %, seguido de la harina de moringa con un 25.70 ± 0.16 % y la harina de trigo con 12.06 ± 0.075 %. La harina de trigo tiene el menor contenido de grasa (0.70 ± 0.19 %) y mayor contenido en humedad (11.00 ± 0.03 %) y carbohidratos (74.74 %). La harina de soya y la harina de moringa obtuvieron el mayor contenido en fibra con 5.75 ± 0.26 % y 3.90 ± 0.36 % respectivamente. En el análisis de colorimetría, la harina de moringa presentó el menor valor de: luminosidad (72.20 ± 0.15), de pH (5.74 ± 0.01) y Aw ($0.51 + 0.01$), con respecto a las demás harinas. La harina de soya obtuvo en luminosidad $90.61 + 0.04$, pH $6.26+0.02$ y Aw $0.54 + 0.02$.
- Con respecto al score o el cómputo químicos de aminoácidos, casi todas las formulaciones con excepción de las F₁, F₃ y F₅, cumplen con lo recomendado por la FAO/OMS con respecto a la Lisina cuyo porcentaje tiene que ser no menor al 70%.
- Porcentajes de sustitución entre el 10-15% de harina de soya y del 3 al 6% de harina de moringa, contribuyen a obtener características tecnológicas similares a la galleta control. Los porcentajes de sustitución de 9 a 11 % de harina de soya mejoran las características sensoriales de la galleta, mientras que porcentajes menores al 4% de sustitución de harina de moringa muestran efectos negativos sobre estos atributos.
- Se determinó los porcentajes de la mejor mezcla de harinas, destacando el tratamiento F₈: 84 % de harina de trigo, 6 % de harina de moringa, y 10 % de harina de soya por poseer mejores características tecnológicas y organolépticas.
- La mejor formulación (F₈) presenta: Humedad 2.2 ± 0.02 %; proteína 10.38 ± 0.21 %; ceniza 2.27 ± 0.01 %; grasa 16.87 ± 0.02 %; carbohidratos 68.28% y fibra 0.80 ± 0.01 %.

En sus características fisicoquímicas podemos mencionar A_w (0.377 ± 0.01); acidez (0.02%); pH (7.04 ± 0.03) y colorimetría (luminosidad $L^*68.26 \pm 0.48$, cromacidad $c^*52.61$ y ángulo de tonalidad $h\ 97.14$).

- El tiempo de vida útil de la galleta óptima se realizó con análisis sensorial empleando el método gráfico de Weibull es de 42 días ± 12 días. El tiempo de vida útil utilizando el modelo matemático de Gácula y Sing haciendo una proyección lineal en el tiempo fue de 32 días. El análisis microbiológico limitó el tiempo de vida útil de la galleta de mejor formulación, estableciéndose un período de 31 días.
- La galleta de mejor formulación en su último día de evaluación presentó una variación de peso de 0.27 gr que equivale a un 6%, durante 21 días de almacenamiento en bolsas de polipropileno metalizadas entre temperaturas de 18°C a 26°C .

VI. RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta siempre los valores permitidos de aminoácidos que brinda la FAO (Food and Agriculture Organization) para cada alimento.
- La moringa por ser un alimento alto en proteínas solo tiene que ser consumido de acuerdo con las cantidades que brinda la FAO, sobre todo en mujeres embarazadas, y lactantes
- El envase recomendado son las bolsas de polipropileno metalizado, para una larga vida útil, aunque también es aceptable las bolsas de polipropileno.
- Proponer esta galleta como una alternativa de consumo al nivel escolar a los programas de alimentación fomentados por el gobierno, debido al alto valor nutricional que posee.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AFPD. (2015). African Flowering Plants Database -. *Fleura D´Afrique*.
- Alcedo, G. C. (2003). *Formulación y marketing de productos de panificación con harina de soya*. Piura: PIRHUA.
- Alegre, K., & Asmat, R. (2016). *SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE HABA EN ELABORACION DE GALLETA FORTIFICADA USANDO PANELA COMO EDULCORANTE*. Chimbote-Perú.
- Alimentaria, R. I. (2017). Harinas Nutritivas. *Industrias Alimentarias*, 88.
- Altenbach, K. (2013). *Tecnología de los cereales*. España.
- American Soybean Association International. (2018). American Soybean Association International. *American Soybean Association International*. Recuperado el 15 de MAYO de 2018
- AOAC.1990, M. O. (s.f.). *Determinación de Humedad*.
- Arellano, A., & Rojas, I. (2016). “*EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (Triticum aestivum) POR HARINA DE ARVEJAS (Pisum sativum) Y HARINA DE CAMOTE (Ipomoea batatas) EN LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS Y SENSORIALES DE CUPCAKE*”. Ancash.
- Arevalo, S. (2017). *AGUA EN LOS ALIMENTOS*. Arequipa.
- Arista, J., & Ramirez, L. (2018). “*SUSTITUCION PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR LA HARINA DE QUINUA (Chenopodium quinoa W.) Y CHIA BLANCA (Salvia hispánica L.) USANDO GLICEROL EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS ENRIQUECIDAS*”. Perú.
- Arocha, M., & Ribotta, A. (2011). *Las Propiedades de la Soja*. Colombia.
- Arroyo, M. (2014). *Elaboración y evaluación de las características organolépticas de galletas dulces integrales enriquecidas con salvado de trigo y soya*. Junin.
- ASA. (s.f.). *American Soybean Association International*. Recuperado el 15 de MAYO de 2018
- Asenci, G. (2017). *Moringa Oleifera: Aplicación y usos en los alimentos*. Latinoamerica.
- Asensio, G. (2017). *Moringa oleifera: Revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos*. Latinoamericana.

- B.Posmontier. (2017). *The medicinal qualities of Moringa oleifera*. Cuba.
- B.Singh. (2012). antioxidant and anti-quorum sensing potentials of Moringa oleifera.
- Badui. (2008). *Composición Química de los alimentos*.
- Badui, S. (2013). *Química de los alimentos*. Mexico.
- Ballester, C. (2013). *Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el score de aminoácidos*. Argentina: CODEN.
- Bautista. (2014). Desarrollo Nutricional y características funcionales de galletas. *Investigacion de Productos Agricolas-Universidad de Guanajuato*.
- Becker, F. M. (2011). The potential of Moringa oleifera for agricultural and industrial uses. *CTA Publication*.
- Benavides, F. C. (7 de diciembre de 2013). Produccion de Moringa en Perú. *Agraria de Noticias*.
- Benett, A. (2013). Potenciales aplicaciones de Moringa Oleifera. *Patos y forrajes*.
- Biron, M. (2019). POLIPROPILENO LAMINADO.
- CANAFEM, C. N. (2010). Envases metálicos, buena opción para conservar alimentos.
- CANIMOLT, C. N. (2013). *Harina de Trigo*. Mexico: Concamin.
- Cantu, E. (2018). Etiquetas Industriales. *Franja*.
- Carbayo, A., & Toro, J. d. (2016). *Corn Flour Fortified with Moringa oleifera Leaves Powder*.: Cartagena.
- Carrión, R. M. (2014). Moringa Oleifera. *Medisan*.
- Casaubon, P. (2016). *pH y Acidez de alimento*.
- Chang, M., & Palada, L. (2013). Suggested cultural practices for moringa. *AVRDC cooperator International*.
- Chaquilla, G., & Mendoza, W. B. (2018). *Propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas del salvado de trigo*. Taumalipas: Mexico.
- CODEX, A. (2013). Codex alimentario para harina de trigo. En *Codex Standars 152-1985* (págs. 1-4).

- Codex, A. (2016). NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO-CODEX STAN 152-1985. *CODEX ALIMENTARIUS*, 1.
- Collazos, C. (2017). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. Lima: SEGEAR.
- Cols, L. (2018). *Moringa Oleifera Lam, Biología, Botánica y Propiedades*. Sevilla - España.
- Coster, E. (2011). *Aceptabilidad en los alimentos*. España.
- Curazi, A. (2017). "ACEPTABILIDAD Y VALOR NUTRICIONAL DE UNA BARRA NUTRITIVA A BASE DE MORINGA ,KIWICHA Y TRIGO". Arequipa.
- Dary, O. (2012). Las bondades de las Galletas nutricionalmente mejoradas. *postal Guatemala*, 114.
- Enaine, H. A. (2018). *Galleta de Moringa y amaranto*. Mexico.
- Fahey, M. O. (2013). Moringa Oleifera: multipurpose tree for the dry tropics. *Biodiversidad Mexicana*, 1071-1081.
- FAO. (2013). *La Moringa*.
- FAO. (2017). *Oferta y demanda de cereales*.
- FAO, & FINUT. (2011). *Evaluación de la calidad de las proteínas en a dieta de la nutrición humana*.
- Fernandez, A. (2016). *EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA, SENSORIAL Y VIDA ÚTIL DE GALLETAS ENRIQUECIDAS CON SUBPRODUCTOS PROTEICOS*. España.
- Ferreira, V. L. (2013). *Princípios e aplicações da*. ITAL, Campinas.
- Fuglie, L. (2011). The tree Moringa-Improvement of Noodles Recipe for Increasing Breastmilk: Design of the Moringa Noodles. *Science Education*, 172.
- FUNIBER. (2016). *Base de datos internacional de composición de alimentos- Fundación Universitaria Iberoamericana*. USA.
- FUNIBER, F. U. (2020). *Base de datos internacional de Composición de Alimentos-Composición Nutricional de la Harina de Soya*. USA.
- Gallegos, A. (2013). "ELABORACIÓN DE GALLETAS CON UNA MEZCLA DE HARINA DE BANANO (*Musa cavendishii*), HARINA DE TRIGO Y GLUCOSA. Ecuador.
- Gianola, C. (2003). *Industria moderna de galletas y pastelería*. McGraw Hill.

- Giraldo, G. A. (2013). *MÉTODOS DE ESTUDIO DE VIDA DE ANAQUEL DE LOS ALIMENTOS*. Colombia: UNC.
- Gomez, G., & Ramos, O. (2012). ESTUDIO PROXIMAL Y SENSORIAL DE GALLETAS SUSTITUIDAS PARCIALMENTE. *Investigacion y Desarrollo en Ciencia Tecnologia y Alimentos*.
- González, P. (2012). *Desarrollo de Productos para las Panaderías y Productos Materno Infantil*.
- Hernandez, E. (2009). Usos medicinales de la moringa. *Ministerio de Educación superior Cuba*.
- Hillier, F. (2012). *Planeación y control de Proyectos*. Mexico.
- Hinostroza, U. (2014). « *ELABORACIÓN DE GALLETAS CON UNA MEZCLA DE TRIGO Y HARINA DE BAGAZO DE NARANJA*. Satipo.
- Hough, & Garitta. (2014). *EVALUACIÓN DE LA VIDA UTIL ,POR METODOS DE SUPERVIVENCIA*.
- Iemma, R. &. (2005).
- Infoagro. (2016). *The wheat growing*.
- INFOODS, B. d. (2017). *Composición Nutricional de l harina de trigo*. Espaa: FUNIBER.
- INTA, I. N. (2019). *Taxonomia de la soja*.
- Jimenez. (2012). *Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina*. Mexico.
- Jimenez, A. L. (2012). *Composición y Procesamiento de la Soya para Consumo Humano*. Perú.
- Knnap, A. U. (2015). "A Compositional study of *Moringa stenopetala* leaves". Africa.
- Konopacka, W., & Plochanski, D. (2012). *Efecto y propiedades mecanicas y texturas en los aliments*.
- Koopman, M. (2015). *Las funciones del huevo en la reposteria*.
- Krienhild, K. K. (2012). *World History of food - Sugar*. Cambridge University Press.
- Kubola, B. (2014). *mpact of enzymatic and microbial bioprocessing on protein modification and nutritional properties of wheat bran*.
- Lemos, M. M. (2012). *método detallado de la Tabla de Composición de alimentos*.
- León. (2011). *Elaboración de Galletas Nutricionales*. Guatemala: PRODAR.

- León, A., & Rosell, C. (2013). *Granos, semillas y harinas de panificación en Iberoamerica*. Córdoba: ISB.
- Lezcano, E. (2012). Analisis Alimentaria de las galletas industriales. *Direccion Nacinal Alimentaria*.
- López, Y., & Arévalo, Y. (2017). *Elaboración de capsulas de Moringa Oleífera como sustituto alimenticio*. Chiapas: Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología.
- Louis, P. (2014). Determinacion de cenizas en alimentos. *QUIMINET*.
- Luna, J. A. (2011). *Composicion y procesamiento de la soya para consumo humano*.
- Marthur, B. S. (2013). *Estudio sobre la Moringa*. EUA: Trees for life.
- Martinez, G., & Hernández, J. (2013). *PROPUESTA PARA EL CONSUMO DE Glycine max L (SOYA), CULTIVADO*.
- Mashayekh, M. (2016). *Effectof fortification of defatted soy flour on sensory and rheological properties of wheat bread*. *Journal of Food scienty and technology*. EE.UU: Scienza Agropecuaria.
- Medina, C. (2013). "Potential Aplications of Moringa Oleifera. *Scielo*.
- Menacho, L. P. (2013). Desarrollo de galletas tipo cooki con sustitución parcial de harina de soya germinada. *Research Gate*, 13.
- Móner, F. (2018). Valoración Nutricional de la harina de trigo. *Asociación de Fabricantes de Harina y Semola de España*.
- Mostacero, C. M. (2011). *Utilizacion del metodo escalonado y la dstribucion de Weibull para la determinacion de vida en anaquel del chorizo parrillero*.
- Moussa, N. (2014). Moringa Pura. *Organicos Tierra Pura*.
- Munguia, R. (2019). VIDA UTIL DE LOS ALIMENTOS. *AQL*.
- NICHOLSON, J. (2016). The Chemistry of Polymers, 3rd ed. RSC Paperbacks. *ISBN*.
- Nilufer, E. (2012). *Effect of soy milk powder addition on staling of soy bread*. Ancash: Scientia Agropecuaria.
- Novoa, D. (2016). Textura y análisis estructurales de la galleta. *INNOVATION FOOD-CONTROL DE CALIDAD*, 10.

- NTP 205.027. (s.f.). *Determinación del contenido de humedad*.
- NTP 206.007 1976, N. T. (s.f.). *Determinación de Ceniza*.
- Ochoa, M. (2013). *Los beneficios de la soya en la alimentación infantil*.
- Ortiz, J. (2019). *Estudio de factibilidad para la instalación de una planta procesadora de galletas con sustitución parcial de moringa oleifera*. AMbato-Ecuador.
- Othman, S. (2017). Antibacterial activity of Moringa oleifera and Moringa stenopetala methanol and n-hexane seed extracts on bacteria implicated in water borne diseases. *African J*.
- Palma, C. (2014). *Valor Nutritivo y evaluación de aceptabilidad de una galleta*. Guatemala.
- Paucar Menacho, L. (2013). *Desarrollo de galletas tipo cookie con sustitución parcial de harina soya germinada*. Chimbote.
- Paucar, Salvador, & Guillén. (2016). Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de Soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes destinados a niños en edad escolar. *Sciencia Agropecuaria 7*, Ancash-Perú.
- Peña, C. (2008). *Implementación de un panel sensorial*. Chile: Science.
- Pérez, & Herrera. (2015). LECHE DE SOYA, NUTRITIVA Y BENEFICIOSA PARA NUESTRA SALUD.
- Pérez, A., Sánchez, T., & Reyes, N. A. (2013). *Características y potencialidades de Moringa oleifera, Lamark*.
- R.M. N°1020-2010/MINSA. (2016). *Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería*. Perú.
- Ramos, P. F. (2015). *Elaboración de mantequilla*. Arequipa.
- Repo Carrasco, R. (2012). *Contenido de aminoácidos en algunos granos andinos*. En: *Avances en Alimentos y Nutrición Humana. Programa de Alimentos Enriquecidos*. Lima.
- Reque, J. (2012). *Estudio de pre-factibilidad para la fabricación de harina de arroz y su utilización en panificación*. Universidad Pontificia Católica del Perú.
- Reyes, D. (2017). *Textura y parámetros texturales de la galleta*. Córdoba.

- Richner, E. (2006). *Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud*. Argentina: Grupo Q.S.A.
- Ridner, E. (2013). *Propiedades de la Soja y su impacto a la salud*. Argentina: ISBN.
- Ridner, E. (2014). *Soya propiedades nutricionales y su impacto en la salud*. Buenos Aires: ISBN.
- Rodriguez, S. C. (2016). *Funcionalidad de las materias primas en la elaboracion de las Galletas*. Burgos: Universidad Burgos.
- Rowlands, C. (2016). *La moringa, El árbol milagroso*. SIRIO.
- Ruiz, M. G. (2015). Proteínas de la harina de trigo. *temas de ciencia y tecnologia*.
- Salas. (2013). *Envase y Embalaje de Alimentos- Envases Plasticos*.
- Saldaña, B. R. (2020). *ELABORACIÓN DE GALLETA DIETÉTICA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE MORINGA*. Pucallpa.
- Saury, L. (2018). *La fibra previene enfermedades*.
- Silva, A. A., & Castro Alayo, E. (2015). Elaboración de galletas enriquecidas a partir de una mezcla de cereales y leguminosas. *Facultad de Ingeniería Industrial, 7*.
- Sorrentino, V. (2016). *Propiedades de la Moringa*. Madrid: Info-moringa.
- Souza, C. (2018). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo, por harina de moringa, en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en las galletas*. Lima.
- Tabla Peruana de Composición de Alimentos. (2017). *Composición nutricional en las galletas dulces*. Lima: SEARGE.
- Tamborero, J. (2011). *Fiabilidad de la Distribución de Weibull*. España.
- Ubaldo, L. (2014). *Evaluación del proceso de elaboración de harina de moringa*. Guatemala.
- USDA. (2019). *Moringa, Hojas frescas*. EE.UU: USDA.
- USDA-United States Department of Agriculture. (2012). *Food Composition Databases. Agriculture Research Service*.
- Valencia, R. (2014). *Origen, morfología y taxonomía de la Soya*. Chile.
- Valerio, W. F. (2018). *Vida de Anaquel usando pruebas aceleradas*. Lima-Perú: Analista Científico.

- Velasquez, L. (2014). Optimización por diseño de mezclas de una galleta enriquecida con harinas de soya,quinua y cacao. *Agroindustrial Science*.
- Villalobos, J., & Sing, M. (2015). “*ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALFAJORES ENRIQUECIDOS CON HARINA DE CAMOTE (Ipomea Batata Lam) Y SOYA (Glicine Max Meir) CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA MARGARINA POR ACEITE DE AJONJOLI*”.
- Villavicencio, M. N. (2018). Vida Util de los Alimentos.
- Weisgerber, A. R. (2013). *Moringa Oleifera*. International Standar Book Number.
- Winnie, K. D. (2012). *Efecto y propiedades mecanicas y texturas en los alimentos*.
- Wittig, E. (2011). *Una metodología actual para tecnología de alimentos*. Alemania.
- Yamazaki Jhon, K. (2007). "Perfil Integral de soya precocida y harina de soya desgrasada". *División de Inestigacion en Alimentos*.
- Zamora, E. (2011). *Evaluación Objetiva de la Calidad de alimentos procesados*. Cuba: UTSET.
- Zamudio, A. (2017). *Importancia de la texturade las galletas*.

VIII. ANEXOS

8.1 ANEXO I: Balance de materia de la harina de soya y harina de moringa

A) Balance de materia harina de soya

Tabla 59: Balance de materia para la harina de soya

HARINA DE SOYA				
ETAPA DEL PROCESO	ENTRA (g)	SALE (g)	PIERDE (g)	% PERDIDA
Recepción de materia prima	1500	1500	0.00	0.00%
Pelado	1500	1350	150	10%
Secado	1350	810	540	40%
Molido	810	793.8	16.9	2%
Tamizado	793.1	793.0062	825.15	0.1%
Empacado	793.0062	793.0062	0	0%

B) Balance de materia harina de moringa

Tabla 60 :Balance de materia para la harina de moringa

HARINA DE MORINGA				
ETAPA DEL PROCESO	ENTRA (g)	SALE (g)	PIERDE (g)	% PERDIDA
Recepción de materia prima	1800	1800	0.00	0.00%
Secado	1800	1260	540	30%
Molido	1260	1209.6	50.4	4%
Tamizado	1209	1028.16	180.84	15%
Empacado	1028.16	1028.16	0	0%

8.2 ANEXO II: Tablas del análisis de varianza (ANOVA) en la evaluación de Galletas

➤ Textura instrumental

Tabla 61: *Análisis de varianza (ANOVA) para la textura (mJ) de las galletas*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	331.59	5	66.318	1.01	0.4961
Residuo	328.571	5	65.7143		
Total (Corr.)	660.161	10			

➤ Análisis de Actividad de agua (Aw)

Tabla 62: *Análisis de Varianza para la Aw en las galletas*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razó n-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.00170979	5	0.000341958	3.37	0.1041
Residuo	0.000506938	5	0.000101388		
Total (Corr.)	0.00221673	10			

➤ Volumen Específico

Tabla 63: *Análisis de Varianza para Volumen específico (ANOVA)*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	100.358	5	20.0716	16.55	0.0040
Residuo	6.06352	5	1.2127		
Total (Corr.)	106.421	10			

➤ Sabor sensorial

Tabla 64: *Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor sensorial de las galletas*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón -F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.372232	5	0.0744463	30.41	0.0009
Residuo	0.0122412	5	0.00244824		
Total (Corr.)	0.384473	10			

➤ **Olor Sensorial**

Tabla 65: *Análisis de Varianza ANOVA para el olor sensorial*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.220322	5	0.0440644	7.84	0.0206
Residuo	0.0280961	5	0.00561922		
Total (Corr.)	0.248418	10			

➤ **Color Sensorial**

Tabla 66: *Análisis de Varianza (ANOVA) para el color Sensorial*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón -F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.404626	5	0.0809252	32.56	0.0008
Residuo	0.0124283	5	0.00248567		
Total (Corr.)	0.417055	10			

➤ **Textura Sensorial**

Tabla 67: *Análisis de Varianza (ANOVA) para textura sensorial*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón -F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.401405	5	0.0802809	44.62	0.0004
Residuo	0.00899528	5	0.00179906		
Total (Corr.)	0.4104	10			

8.3 ANEXO III: Determinación del tiempo de Vida útil

A) Distribución de Weibull

Tabla 68 :Aplicación de la Distribución de Weibull

Rango	tiempo(Días) t	Rango Inverso K	Riesgo h=100/K	Riesgo Acumulado H	Log (t)	Log(H/100)
1	24	26	3.85	3.85	1.380	-1.415
2	24	25	4.00	7.85	1.380	-1.105
3	26	24	4.17	12.02	1.415	-0.920
4	26	23	4.35	16.36	1.415	-0.786
5	32	22	4.55	20.91	1.505	-0.680
6	32	21	4.76	25.67	1.505	-0.591
7	33	20	5.00	30.67	1.519	-0.513
8	33	19	5.26	35.94	1.519	-0.444
9	33	18	5.56	41.49	1.519	-0.382
10	35	17	5.88	47.37	1.544	-0.324
11	41	16	6.25	53.62	1.613	-0.271
12	42	15	6.67	60.29	1.623	-0.220
13	43	14	7.14	67.43	1.633	-0.171
14	47	13	7.69	75.12	1.672	-0.124
15	48	12	8.33	83.46	1.681	-0.079
16	48	11	9.09	92.55	1.681	-0.034
17	48	10	10.00	102.55	1.681	0.011
18	50	9	11.11	113.66	1.699	0.056
19	52	8	12.50	126.16	1.716	0.101
20	54	7	14.29	140.45	1.732	0.148
21	55	6	16.67	157.11	1.740	0.196
22	57	5	20.00	177.11	1.756	0.248
23	57	4	25.00	202.11	1.756	0.306
24	57	3	33.33	235.45	1.756	0.372
25	57	2	50.00	285.45	1.756	0.456
26	61	1	100.00	385.45	1.785	0.586

B) Resultados de Evaluación sensorial para la aceptación de la galleta de mejor formulación

Panelistas	0	2	4	7	9	14	21	31
1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
6	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
8	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
10	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
12	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
14	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
16	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
17	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
18	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
19	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
20	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO
21	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
22	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
23	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
24	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
25	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
26	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
27	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
28	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
29	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
30	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
RECHAZOS (NO)	0	0	0	0	2	3	6	9
ACEPTACIÓN (SI)	30	30	30	30	28	27	24	21
RECHAZOS (%)	0%	0%	0%	0%	7%	10%	20%	30%
ACEPTACIÓN (%)	100%	100%	100%	100%	93%	90%	80%	70%

C) Determinación del tiempo de vida útil y límites de confianza del sabor sensorial de la galleta de mejor formulación almacenado durante 31 días a temperatura ambiente.

Tabla 69 :Determinación del tiempo de Vida útil y límites de confianza del sabor sensorial

Tiempo en días (X)	Sabor Sensorial		X ²	Y ²	XY	(X- XProm)	(Y-YProm)	(X- XProm) ²	(Y- YProm) ²	(X-XProm)(Y- YProm)
	(Y)									
0	7.87		0	61.9369	0	-11	0.33	121	0.109	-3.63
2	7.82		4	61.1524	15.64	-9	0.28	81	0.078	-2.52
4	7.77		16	60.3729	31.08	-7	0.23	49	0.053	-1.61
7	7.68		49	58.9824	53.76	-4	0.14	16	0.020	-0.56
9	7.62		81	58.0644	68.58	-2	0.08	4	0.006	-0.16
14	7.58		196	57.4564	106.12	3	0.04	9	0.002	0.12
21	7.46		441	55.6516	156.66	10	-0.08	100	0.006	-0.8
31	6.52		961	42.5104	202.12	20	-1.02	400	1.040	-20.4
Suma	88	60.32	1748	456.1274	633.96	0	6.217E-15	780	1.315	-29.56
Prom($x\bar{x}$)	11	7.54	ΣX^2	ΣY^2	ΣXY			SXX	SYY	SXY
n:	8									

Una vez que se llenan los datos en la Tabla se realiza la gráfica Puntaje vs Tiempo para obtener los valores de regresión lineal: b_0 , b_1 y r^2 .

$$y = b_1x + b_0$$

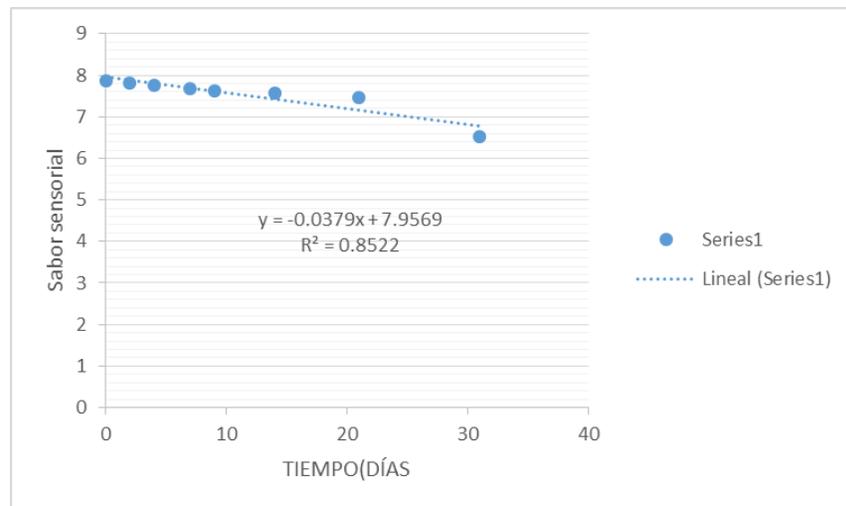


Ilustración 69: Tendencia del sabor sensorial de la galleta de mejor formulación durante los 31 días de almacenamiento.

Ecuación de regresión lineal:

$$y = -0.0379x + 7.956$$

Hallando el cuadro medio del error (MSe):

Tabla 68: Cálculo de la sumatoria de cuadrados de errores experimentales

Tiempo en días (X)	Sabor Sensorial (Y)	$\hat{Y} = b_1X + b_0$	$Y - \hat{Y}$	$(Y - \hat{Y})^2$
0	7.87	7.9569	-0.0869	0.0075516
2	7.82	8.0327	-0.2127	0.0452413
4	7.77	8.1085	-0.3385	0.1145823
7	7.68	8.2222	-0.5422	0.2939808
9	7.62	8.298	-0.678	0.459684
14	7.58	8.4875	-0.9075	0.8235563
21	7.46	8.7528	-1.2928	1.6713318
31	6.52	9.1318	-2.6118	6.8214992
			Sse	10.237427

$$MSe^2 = \frac{1}{n-2} SSe = Se^2$$

$$MSe^2 = \sqrt{\frac{1}{6} * 10.237} = 1.7061$$

Determinación de la vida útil, de manera estadística. El límite máximo permisible para sabor es 5.5:

Y= Límite de aceptabilidad; b_0 = Intercepto

\bar{X} = Vida útil; b_1 = Pendiente

$$\bar{X} = \frac{Y - b_0}{b_1}$$

$$b_1$$

$$= 5.5 - 7.9569 / -0.0379$$

$$= 64.826 \text{ días}$$

D) Determinación del tiempo de vida útil y límites de confianza de la acidez de la galleta de mejor formulación almacenado durante 31 días a temperatura ambiente.

Tabla 69: Determinación del tiempo de Vida Útil y límites de confianza para el valor de acidez

Acidez										
Tiempo en días (X)	(Y)	X²	Y²	XY	(X-XProm)	(Y-YProm)	(X-XProm)²	(Y-YProm)²	(X-XProm)(Y-YProm)	
0	0.02	0	0.0004	0	-11	-0.03375	0	0.0011391	0.37125	
2	0.03	4	0.0009	0.06	-9	-0.02375	81	0.0005641	0.21375	
4	0.03	16	0.0009	0.12	-7	-0.02375	49	0.0005641	0.16625	
7	0.04	49	0.0016	0.28	-4	-0.01375	16	0.0001891	0.055	
9	0.05	81	0.0025	0.45	-2	-0.00375	4	1.406E-05	0.0075	
14	0.07	196	0.0049	0.98	3	0.01625	9	0.0002641	0.04875	
21	0.09	441	0.0081	1.89	10	0.03625	100	0.0013141	0.3625	
31	0.1	961	0.01	3.1	20	0.04625	400	0.0021391	0.925	
Suma	88	0.43	1748	0.0293	6.88	0	6.94E-17	659	0.006	2.15
Prom(\bar{x})	11	0.05375	ΣX^2	ΣY^2	ΣXY		SXX	SYY	SXY	
n:	8									

Una vez que se llenan los datos en la Tabla se realiza la gráfica **Puntaje vs Tiempo** para obtener los valores de regresión lineal: **b₀, b₁ y r²**:

$$y = b_1 x + b_0$$

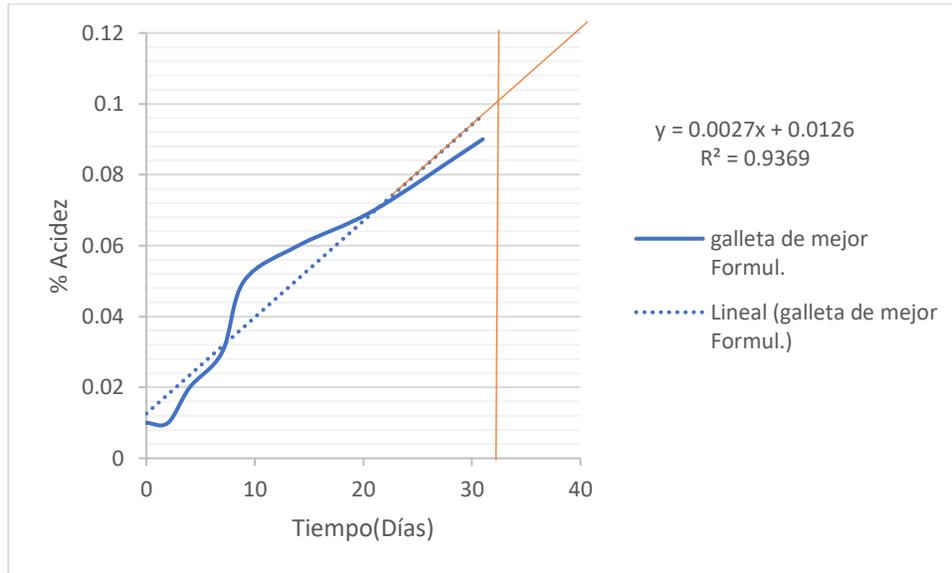


Ilustración 70: Tendencia según el valor de acidez en los 31 días de almacenamiento

Ecuación de regresión lineal:

$$y = 0.0027x + 0.01266$$

Determinación de la vida útil, de manera estadística. El límite máximo permisible para Acidez es de 0.1 %:

$$\bar{X} = \frac{Y - b_0}{b_1}$$

$$= 0.1 - 0.0126 / 0.0027$$

$$= 32.37 \text{ días}$$

Y= Límite de aceptabilidad;

b₀= Intercepto

\bar{X} = Vida útil;

b₁= Pendiente

E) Recuento de mohos en la galleta de mejor formulación



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046



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

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20190812-002

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : DIANA CAROLINA SANDOVAL MICHA
DIRECCION : Las Brisas Mz S Lote 24 Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO : GALLETA DE HARINA DE MORINGA.
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Bolsa de polietileno transparente cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2019-08-12
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-08-12
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2019-08-17
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio de Microbiología.
CÓDIGO COLECBI : SS 190812-2

RESULTADOS

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	RESULTADOS
	M - 1
Recuento de Mohos (UFC/g)	<10

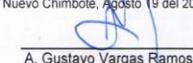
METODOLOGIA EMPLEADA

Recuento de Mohos : ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. II Editorial Acribia - España pág.:166 a 167. Método del Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Agosto 19 del 2019.
GVR/jms


A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIEVO
Rev. 06
Fecha 2019-07-01

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

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

8.4 ANEXO IV: Determinación de proteínas, grasa y fibra en las harinas

A) Determinación de proteínas, grasa y fibra en la harina de soya



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20190522-016

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : DIANA SANDOVAL MICHA
PERLA PORTILLA SACON.
DIRECCION : Las Brisas S - 24 – Nuevo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 400g.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente, cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2019-05-22
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-05-22
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2019-05-22
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CODIGO COLECBI : SS 190522-6

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	HARINA DE SOYA
Proteínas (%) Factor 6,25	34,46
Grasa (%)	23,07
Fibra (%)	5,75

METODOLOGIA EMPLEADA

Proteínas : LINE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

Grasa : Extracción por Soxhlet

Fibra: NMX-F-090-S-1978

NOTA:

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Mayo 23 del 2019.

GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 05
Fecha 2019-02-22

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

B) Determinación de proteínas, grasa y fibra en la harina de moringa oleifera



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20190520-005

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : SANDOVAL MICHA DIANA C
PORTILLA SACON PERLA E.

DIRECCION : Las Brisas S - 24 - Nuevo Chimbote.

PRODUCTO DECLARADO : HARINA DE MORINGA OLEIFERA

CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 400g

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente, cerrada.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019-05-20

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-05-20

FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2019-05-20

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.

ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.

CODIGO COLECBI : SS 190520-4

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	M - 1
Proteínas (%) Factor 6,25	25,70
Grasa (%)	6,50
Fibra (%)	3,90

METODOLOGIA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

Grasa : Extracción por Soxhlet

Fibra: NMX-F-090-S-1978

NOTA :

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Mayo 21 del 2019.

GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev 05
Fecha 2019-02-22

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

8.5 ANEXO V: Escala Karlsruhe para medir el grado de aceptación de galletas

➤ Nombre..... Fecha: .../.../....

I. UMBRAL DE IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO (VALORACIÓN DE ATRIBUTOS)

Indicaciones:

Evalúe las muestras de galletas en sus atributos de color, olor y sabor y textura.

Deguste cuidadosamente la serie de 9 muestras entregadas; corresponden a concentraciones distintas de galletas. No está permitido volver atrás en la degustación. Enjuague con agua entre muestras. No trague las muestras. Describa el gusto y factores. Informe acerca de la intensidad según la escala siguiente:

1	2	3	4	5
Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta

6	7	8	9
Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente

*Por favor escriba la calificación de las características de las galletas. Tomando como referencia el cuadro de arriba,

	MUESTRATESTIGO	ATRIBUTOS			
		OLOR	SABOR	TEXTURA	COLOR
DESCRIPCIÓN	A				
	4612				
	4017				
	4522				
	3927				
	4721				
	3929				
	4415				
	4235				
	4325				

8.6 ANEXO V: Determinación de proteínas, grasa y fibra en la galleta control y en la galleta óptima

A) Galleta óptima



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20190522-015

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : DIANA SANDOVAL MICHA
DIRECCIÓN : PERLA PORTILLA SACON.
PRODUCTO DECLARADO : Las Brisas S - 24 – Nuevo Chimbote.
CANTIDAD DE MUESTRA : ABAJO INDICADO
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : 01 muestra x 400g.
FECHA DE RECEPCIÓN : En bolsa de polietileno transparente, cerrada.
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-05-22
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2019-05-22
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CODIGO COLECBI : SS 190522-6

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	GALLETAS OPTIMA
Proteínas (%) Factor 6,25	10,38
Grasa (%)	16,87
Fibra (%)	0,20

METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

Grasa : Extracción por Soxhlet

Fibra : NMX-F-090-S-1978

NOTA :

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Mayo 23 del 2019.

GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.E.P. 326
COLECBI S.A.C.

L.C-MP-HRIE
Rev. 05
Fecha 2019-02-22

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

B) Galleta control



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20190522-014

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : DIANA SANDOVAL MICHA
PERLA PORTILLA SACON.
DIRECCION : Las Brisas S - 24 – Nuevo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : **ABAJO INDICADO**
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 400g.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente, cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2019-05-22
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-05-22
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2019-05-22
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CODIGO COLECBI : **SS 190522-6**

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	GALLETA CONTROL
Proteínas (%) Factor 6,25	9,52
Grasa (%)	10,57
Fibra (%)	0,94

METODOLOGIA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

Grasa : Extracción por Soxhlet

Fibra : NMX-F-090-S-1978

NOTA :

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Mayo 23 del 2019.

GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.P.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 05
Fecha 2019-02-22

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

8.6. ANEXO VI: TURNITIN

“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE HOJAS DE MORINGA (*Moringa oleífera*) Y HARINA DE SOYA (*Glycine max*) EN ELABORACIÓN DE GALLETAS DULCES”

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	docplayer.es Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
5	payfo.ihatuey.cu Fuente de Internet	1%
6	docslide.us Fuente de Internet	1%
7	revistas.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%