

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



**“OPTIMIZACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO
(*Triticum Aestivum*) POR HARINA DE TARWI (*Lupinus Mutabilis*) Y HARINA DE
KIWICHA (*Amaranthus Caudatus*) EN GALLETAS TIPO COOKIE DESTINADOS
A NIÑOS EN EDAD ESCOLAR.”**

Presentado por:

Bach. Laguna Milla Carlos Andres

Bach. Sifuentes Cisneros Carlos André

ASESOR:

Dra. LUZ PAUCAR MENACHO

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

Nuevo Chimbote – Perú 2019

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



HOJA DE AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado: “OPTIMIZACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*) POR HARINA DE TARWI (*LUPINUS MUTABILIS*) Y HARINA DE KIWICHA (*AMARANTHUS CAUDATUS*) EN GALLETAS TIPO COOKIE DESTINADOS A NIÑOS EN EDAD ESCOLAR.”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los bachilleres, LAGUNA MILLA CARLOS ANDRES y SIFUENTES CISNEROS CARLOS ANDRÉ, que tiene como asesor a Dra. LUZ PAUCAR MENACHO designado por resolución N° 729-2016-UNS-DFI. Ha sido revisado y aprobado el día 15 de noviembre del 2018, por el siguiente jurado evaluador designado mediante resolución N°469-2018-UNS-CFI.

Dra. Elza Aguirre Vargas
Presidente

Mg. Williams Castillo Martinez
Secretario

Dr. Victor Castro Zavaleta
integrante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. DE INGENIERÍA DE AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 17:00 p.m. del 15 de noviembre del dos mil dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 469-2018-UNS-CFI. Integrado por los docentes:

- **Dra Elza Aguirre Vargas** (Presidente)
- **Mg. Williams Castillo Martínez** (Secretario)
- **Dr. Victor Castro Zavaleta** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“OPTIMIZACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum Aestivum*) POR HARINA DE TARWI (*Lupinus Mutabilis*) Y HARINA DE KIWICHA (*Amaranthus Caudatus*) EN GALLETAS TIPO COOKIE DESTINADOS A NIÑOS EN EDAD ESCOLAR.”, elaborada por el (os) bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- LAGUNA MILLA CARLOS ANDRES
- SIFUENTES CISNEROS CARLOS ANDRÉ

Asimismo, tienen como Asesor al docente: Dra. LUZ PAUCAR MENACHO


Finalizada la sustentación, el (os) Tesistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.


El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
LAGUNA MILLA CARLOS ANDRES	15	REGULAR

Siendo las 18:20 pm del mismo día, se dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 15 de noviembre del 2018


Dra. Elza Aguirre Vargas
Presidente


Mg. Williams Castillo Martinez
Secretario


Dr. Victor Castro Zavaleta
integrante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



FACULTAD DE INGENIERÍA E.A.P. DE INGENIERÍA DE AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 17:00 p.m. del 15 de noviembre del dos mil dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 469-2018-UNS-CFI. Integrado por los docentes:

- **Dra Elza Aguirre Vargas** (Presidente)
- **Mg. Williams Castillo Martínez** (Secretario)
- **Dr. Victor Castro Zavaleta** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“OPTIMIZACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum Aestivum*) POR HARINA DE TARWI (*Lupinus Mutabilis*) Y HARINA DE KIWICHA (*Amaranthus Caudatus*) EN GALLETAS TIPO COOKIE DESTINADOS A NIÑOS EN EDAD ESCOLAR.”, elaborada por el (os) bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- LAGUNA MILLA CARLOS ANDRES
- SIFUENTES CISNEROS CARLOS ANDRÉ

Asimismo, tienen como Asesor al docente: Dra. LUZ PAUCAR MENACHO

Finalizada la sustentación, el (os) Tesistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
SIFUENTES CISNEROS CARLOS ANDRÉ	15	REGULAR

Siendo las 18:20 pm del mismo día, se dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 15 de noviembre del 2018

Dra. Elza Aguirre Vargas
Presidente

Mg. Williams Castillo Martinez
Secretario

Dr. Victor Castro Zavaleta
integrante

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr

Mis objetivos, y su infinita bondad y amor

A mi madre Elsa.

Por haberme apoyado en todo momento, Por sus consejos, sus valores, por la Motivación constante que me ha permitido Ser una persona de bien, pero más que nada Por su amor.

A mi padre Jorge.

Por los ejemplos de perseverancia y Constancia que lo caracteriza y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor

Carlos Andrés

Dedicado a todos mis seres queridos y en especial a mi familia por su apoyo incondicional en todo el transcurso de mi tesis y siempre me impulsaron a ser una mejor persona y no rendirme , a cumplir los objetivos que me trazo y nunca dejarme vencer por las adversidades, porque todo esfuerzo siempre será recompensado.

Carlos André

AGRADECIMIENTOS

A nuestros seres queridos por su incondicional apoyo.

A todos nuestros docentes que nos han brindado sus conocimientos en nuestra etapa académica profesional y una mención especial a nuestra Asesora, la Dra. Luz María Paucar Menacho, quien, con su amplio conocimiento adquirido, guía, orientación, sabiduría, y forma de trabajar, ha sido clave para el desarrollo y la culminación de la presente tesis. Tiene nuestra admiración y respeto como profesional y ser humano, gracias por todo lo brindado durante el periodo que ha durado el proyecto de investigación.

Al Ing. Lenin Palacios y al Ing. Pedro Ayala y Al Ing. John Gonzales que nos han brindado información y conocimientos para el desarrollo del presente trabajo, y nos apoyaron para finalizar este proyecto.

Todos los profesionales que laboran en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial (IITA), que nos apoyaron durante todo este periodo de realización del proyecto de investigación y finalización de nuestra tesis.

RESUMEN

El presente trabajo busca determinar los niveles óptimos de sustitución parcial de harina de trigo por la harina de tarwi desgrasada y harina de kiwicha en galletas tipo cookie destinados a niños en edad escolar, para lograr elaborar un producto nutritivo utilizando harinas sucedáneas que cumpla estándares de calidad. Para cumplir la meta de la investigación se inició de una formulación patrón constituida de: 23% de azúcar, 24 % de margarina, 4.6 % de huevos, 51.2% harina de trigo, 0.5 % de polvo para hornear, 3% de esencia de vainilla, 0.09% de Antimoho y 0.2% de emulsionante. Elaboramos galletas a partir de, 11 formulaciones teniendo como base harina de trigo, harina de tarwi desgrasada y harina de kiwicha cantidades que establecimos utilizando el programa STATISTICA versión 8.0 y un Diseño Compuesto Central Rotacional 22 dejando los demás insumos como la formulación control; y se evaluaron en función a la textura, sabor, olor y color, datos analizados con 5 % de significancia. Para determinar la galleta con mejor aceptación la cual fue la Formulación 4 (F4) con los siguientes porcentajes 30 % de harina de trigo, 8.8 % de harina de tarwi desgrasada, 10.5% de harina de trigo (con respecto al 100%). la galleta con la mejor aceptabilidad fue analizada a través de 30 días de almacenamiento a 25°C (temperatura ambiente) y según parámetros que exige las Normas Técnicas Peruanas.

La F4 presenta un cómputo químico teórico de Lisina de 385.2 (mg aa/gN) mayor al mínimo recomendado para niños en edad escolar y mayor en todos los demás aminoácidos esenciales, siendo sus características sensoriales: Sabor (5.267), Textura (5.267), Olor (5.033) y Color (5.233), para una escala de atributos de 7 puntos. Esta formulación está compuesta por 3.010 ± 0.072 % de humedad, 18.135 ± 0.504 % de grasa, 0.942 ± 0.450 % de ceniza, 13.511 ± 0.01 % de Proteínas, 62.946 ± 0.234 % de carbohidratos totales, 1.455 ± 0.000 % de fibra dietaría total, la F6 tiene más contenido. Por otro lado, la vida útil estimada para la F4 es de 45 días.

ABSTRACT

This paper seeks to determine optimal levels of partial substitution of wheat flour by flour tarwi defatted flour and amaranth in type cookie biscuits for children of school age, in order to develop a nutritional product using ersatz flour that meets quality standards. To accomplish the goal of the research was started from a standard formulation consisting of: 23% sugar, 24% of margarine, 4.6% egg, 51.2% wheat flour, 0.5% baking powder, 3% of vanilla essence, 0.09% Anti-mold and 0.2% emulsifier. We made cookies from 11 formulations based on wheat flour, defatted tarwi flour and kiwicha flour, quantities that we established using the STATISTICA program version 8.0 and a Rotational Central Composite Design 22 leaving the other inputs as the control formulation; and they were evaluated according to texture, taste, smell and color, data analyzed with 5% significance. To determine the cookie with better acceptance which was Formulation 4 (F4) with the following percentages 30% wheat flour, 8.8% defatted tarwi flour, 10.5% wheat flour (with respect to 100%). biscuit with better acceptability was analyzed through 30 days of storage at 25 °C (room temperature) and parameters required by Peruvian Technical Standards.

F4 presents a theoretical chemical score Lysine 385.2 (mg AA/gN) higher than the minimum recommended for school-age and older in all other essential amino acids, and its sensory characteristics: Taste (5,267), texture (5,267) odor (5,033) and Color (5233), attributes to a scale of 7 points. This formulation consists of $3.010 \pm 0.072\%$ humidity, $18,135 \pm 0504\%$ fat, $0.942 \pm 0.450\%$ ash, $13511 \pm 0.01\%$ Protein, $62,946 \pm 0.234\%$ of total carbohydrates, $1.455 \pm 0.000\%$ of total dietary fiber. On the other hand, the estimated useful life for F4 is 45 days.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	
ÍNDICE DE FIGURA	
I. INTRODUCCION:	18
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:	20
2.1. EL TRIGO	20
2.1.1. GENERALIDADES:.....	20
2.1.2. PRODUCCIÓN NACIONAL:.....	20
2.1.3. TAXONOMÍA:	22
TAXONOMÍA DEL TRIGO	22
2.1.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL TRIGO:	23
2.1.5. HARINA DE TRIGO:	24
a. DEFINICIÓN:	24
b. Clasificación:.....	24
c. Tipos de harina:	25
d. Composición química de la harina de trigo:	25
2.2. EL TARWI:	26
2.2.1. Generalidades :.....	26
2.2.2. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL TARWI:	26
2.2.3. PRODUCCIÓN NACIONAL:.....	27
2.2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA :.....	28
2.2.5. TOXICIDAD DEL TARWI:	32
2.2.6. ELIMINACIÓN DE ALCALOIDES:	32
2.2.7. HARINA DE TARWI:.....	33
2.3. KIWICHA:	34
2.3.1. GENERALIDADES de la Kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>):.....	34
2.3.2. Taxonomía y morfología:	35
2.3.3. PRODUCCIÓN NACIONAL DE KIWICHA:	36
2.3.4. Composición Química :.....	38
2.3.5. HARINA DE KIWICHA:.....	39
2.4. GALLETAS:.....	39
2.5. INSUMOS EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS:	40

2.5.1.	HARINAS:	40
2.5.2.	AZÚCAR:	41
2.5.4.	GRASAS:	42
2.5.5.	HUEVOS:	43
2.5.6.	POLVO DE HORNEAR:	43
2.5.7.	ESENCIA DE VAINILLA:	43
2.4.1.	GALLETAS COOKIE:	44
III.	MATERIALES Y MÉTODO:	45
3.1.	Lugar de ejecución:	45
3.2.	MATERIAS PRIMAS E INSUMOS:	45
3.2.1.	MATERIAS PRIMAS:	45
3.2.2.	INSUMOS:	46
3.2.3.	Materiales de laboratorio:	46
3.2.4.	OTROS MATERIALES:	47
3.2.5.	REACTIVOS:	47
3.2.6.	EQUIPOS:	47
3.3.	MÉTODO:	49
3.3.1.	CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y PROXIMAL DE LA MATERIA PRIMA: 49	
A.	DETERMINACION DE HUMEDAD:	49
B.	DETERMINACIÓN DE GRASAS:	50
C.	DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS:	51
D.	DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA:	52
E.	DETERMINACIÓN DE CENIZAS:	52
3.3.2.	CÓMPUTO QUÍMICO O SCORE PROTEICO:	53
3.3.3.	ELABORACIÓN DE GALLETAS TIPO COOKIE:	54
A.	FORMULACION:	54
a.	PREPARACIÓN DE GALLETAS TIPO COOKIE:	54
3.3.4.	CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA EN LAS FORMULACIONES	55
A.	METODOLOGÍA PARA TEXTURA INSTRUMENTAL:	55
B.	METODOLOGÍA PARA COLOR INSTRUMENTAL:	55
3.3.5.	CARACTERIZACIÓN SENSORIAL EN LAS FORMULACIONES:	56

3.3.6.	DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL:	56
3.3.7.	ANÁLISIS DEL PRODUCTO OPTIMIZADO:	57
a.	Análisis químico proximal	57
b.	Análisis microbiológicos:	57
3.3.8.	DISEÑO EXPERIMENTAL:	58
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	61
4.1.	ANÁLISIS PROXIMAL DE LA MATERIA PRIMA.	61
4.1.1.	Composición porcentual de la harina de trigo:	61
4.1.2.	Caracterización de harina de Kiwicha.	63
4.1.3.	Caracterización de la harina de Tarwi.	64
4.2.	PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LA HARINA DE TRIGO.	66
4.2.1.	Farinografía.	66
4.2.2.	EXTENSOGRAFÍA.	69
4.2.3.	Amilografía.	71
4.3.	COMPUTO QUÍMICO:	72
4.4.	EVALUACIÓN EN LAS GALLETAS TIPO COOKIE:	75
4.4.1.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS EN LAS GALLETAS:	75
A.	TEXTURA INSTRUMENTAL:	75
4.4.1.2.	DUREZA.	76
4.4.1.3.	FRACTURABILIDAD	80
B.	COLOR INSTRUMENTAL:	84
C.	LUMINOSIDAD:	85
D.	ÁNGULO DE TONALIDAD	90
E.	CROMATICIDAD:	91
4.4.2.	EVALUACIÓN SENSORIAL DE ATRIBUTOS:	95
4.4.2.1.	OLOR:	97
4.4.2.2.	COLOR:	101
4.4.2.3.	TEXTURA	103
4.4.2.4.	SABOR:	107
4.4.2.5.	ACEPTACIÓN GENERAL:	111
4.5.	EVALUACIÓN DE LA FORMULACIÓN ÓPTIMA:	115

4.5.1. CARACTERIZACIÓN QUÍMICO PROXIMAL AL ÓPTIMO	115
V. VIDA ÚTIL:	118
5.1.1. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA EN DÍAS DE ALMACENAMIENTO:	119
A. Humedad:	119
B. ACTIVIDAD DE AGUA.	122
5.1.3 ANÁLISIS SENSORIAL EN DÍAS DE ALMACENAMIENTO:	123
A. SABOR:	123
B. TEXTURA :	125
C. ACEPTACIÓN GENERAL :	126
5.1.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:	127
VI. CONCLUSIONES:	130
VII. RECOMENDACIONES:	131
VIII. BIBLIOGRAFÍA:	132
ANEXOS	140
ANEXO 1. OBTENCION DE HARINA DE KIWICHA	140
ANEXO 2. OBTENCION DE HARINA DE TARWI.....	141
ANEXO 3. PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE LA GALLETA.....	142
ANEXO 4. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA PROXIMAL DE MATERIA PRIMA	146
ANEXO 6. DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE GALLETAS CON SUSTITUCIÓN DE HARINA DE KIWICHA Y TARWI SEGÚN EL MÉTODO OFICIAL FAMEX AOAC 991.39 EN ALIMENTOS.....	153
ANEXO 7. RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL: OLOR, COLOR SUPERFICIE Y SABOR, TEXTURA Y ACEPTABILIDAD GENERAL:.....	155
ANEXO 10. ANALISIS MICROBIOLÓGICO A LA FORMULACION OPTIMA Y CONTROL	164
ANEXO 11. EVALUACION DE LA VIDA UTIL A LA FORMULACION ÓPTIMA.....	166

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del tarwi	22
Tabla 2. Composición química del grano de Trigo.....	23
Tabla 3. Composición Química de la harina de Trigo	25
Tabla 4. Clasificación taxonómica del tarwi.	26
Tabla 5. <i>Producción Nacional Total de Tarwi</i>	27
Tabla 6. Composición química del tarwi, soya y frijol (g/100g).	29
Tabla 7. Cómputo de aminoácidos de <i>Lupinus mutabilis</i> (variedad semidulce) y <i>Lupinus albus</i> (variedad Astra) (mg de aa/g de proteínas).....	30
Tabla 8. Composición de ácidos grasos del aceite de <i>L. Mutabilis</i> amargo y semidulce y del <i>L. albus</i> , variedad Astra.	31
Tabla 9. Producción anual kiwicha	36
Tabla 10. Producción (toneladas) Nacional por departamento.....	37
Tabla 11. Composición química y valor nutricional de Kiwicha	38
Tabla 12. Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 22, incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central.....	58
Tabla 13. Variables dependientes del delineamiento experimental (DCCR) 22	59
Tabla 14. Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2 ²	60
Tabla 15. Composición porcentual (%) de la harina de trigo	61
Tabla 16. Composición porcentual de Kiwicha.....	63
Tabla 17. Composición porcentual del Tarwi	64
Tabla 18. Características farinográficas de la harina trigo pastelera.....	66
Tabla 19. Características extensográficas de la harina trigo pastelera	69
Tabla 20. Características amilográficas de la harina trigo pastelera.	71
Tabla 21. Cómputo Químico de los ensayos del planeamiento experimental.	73
Tabla 22. Datos de dureza y fracturabilidad para todas las formulaciones:	75
Tabla 23. Coeficiente de regresión para la DUREZA.....	77
Tabla 24. ANOVA del estudio de DUREZA en galletas	77
Tabla 25. Coeficientes de regresión para la FRACTURABILIDAD.....	80
Tabla 26. ANOVA del estudio de FRACTURABILIDAD en las galletas.	81
Tabla 27. Análisis color instrumental de las galletas sustituidas con harina de tarwi y harina de kiwicha.	84
Tabla 28. Coeficientes de regresión para la respuesta L* (luminosidad) en el análisis de colorimetría de las galletas.....	85
Tabla 29. ANOVA para luminosidad (L*) en el análisis de colorimetría de las galletas.....	87
Tabla 30. ANOVA para ángulo de tono (h) en el análisis de colorimetría de las galletas	91

Tabla 31. Coeficientes de regresión para la respuesta C* (Croma) en el análisis de colorimetría de las galletas.	92
Tabla 32. ANOVA para cromaticidad (C*) en el análisis de colorimetría de las galletas	93
Tabla 33. Respuestas del análisis de evaluación sensorial de galletas tipo cookie con sustitución parcial de harina de kiwicha y harina de tarwi.....	96
Tabla 34. Coeficientes de regresión para la respuesta olor superficie de la evaluación sensorial (día 0).....	97
Tabla 35. ANOVA para el olor de las galletas tipo Cookie (día 0)	98
Tabla 36. Coeficientes de regresión para la respuesta color de la evaluación sensorial en las galleta tipo cookie (día 0)	101
Tabla 37. ANOVA para el olor de las galletas tipo Cookie (día 0)	102
Tabla 38. Coeficientes de regresión para la respuesta Textura de la evaluación sensorial para galletas cookie (día 0).....	103
Tabla 39. ANOVA para Textura en el análisis sensorial de las galletas cookie	104
Tabla 40. Coeficientes de regresión para la respuesta Sabor de la evaluación sensorial en las galleta tipo cookie (día 0).	107
Tabla 41. ANOVA para Sabor en el análisis sensorial de las galletas	108
Tabla 42. Coeficientes de regresión para la respuesta Sabor de la evaluación sensorial en las galleta tipo cookie (día 0)	111
Tabla 43. ANOVA para ACEPTACION GENERAL en el análisis sensorial de las galletas cookie	112
Tabla 44. Composición porcentual (%) de las galletas Control con mejor formulación (Óptima).	115
Tabla 45: Composición de ácidos grasos (%) de las galletas control con la mejor formulación (óptima)	116
Tabla 46: Porcentaje de humedad de las galletas control y con mejor formulación (Óptima), durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20 °C).....	119
Tabla 47: Variación de la Actividad de Agua de las galletas control y Óptima, durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C)	122
Tabla 48: Variación de la aceptación de SABOR para las galletas control y formulación (Óptima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C).....	123
Tabla 49: Variación de la aceptación de TEXTURA para las galletas control y formulación (Óptima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C).....	125

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Intenciones de Siembra y Siembras realizadas de Trigo por Región en la Campaña agosto 2017 - julio2018.....	21
Figura 2. Producción de tarwi en el Perú	28
Figura 3. ESTUFA.....	49
Figura 4. Equipo para determinación de Proteínas (Kjeldahl).....	51
Figura 5. Equipo para determinación de fibra	52
Figura 6. Mufla.....	53
Figura 7. Farinograma de la Harina de trigo pastelera	68
Figura 8. Extensograma de la Harina Pastelera	70
Figura 9. Amilograma de la harina de trigo pastelera	72
Figura 10. Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el parámetro DUREZA del análisis de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y de harina de kiwicha en las formulaciones.....	78
Figura 11. a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos para la respuesta dureza de las galletas tipo cookie.	79
Figura 12. Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el parámetro fracturabilidad del análisis de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y de harina de kiwicha en las formulaciones.....	82
Figura 13. a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos para la respuesta Fracturabilidad de las galletas tipo cookie.....	83
Figura 14. Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el parámetro luminosidad (I*) del análisis colorimétrico de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y harina de kiwicha en las formulaciones	88
Figura 15. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para Luminosidad (L*)	89
Figura 16. Diagrama de Pareto para Angulo de tonalidad	90
Figura 17. Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el atributo color de superficie de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y harina de kiwicha en las formulaciones	94
Figura 18. Gráfico de Pareto para el parámetro Cromaticidad (C*)	95

Figura 19. superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el olor de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y harina de kiwicha en las formulaciones (Día 0)	99
Figura 20. a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos para la respuesta Olor de las galletas tipo cookie.	100
Figura 21. Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para Textura de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y harina de kiwicha en las formulaciones (Día 0).....	105
Figura 22. a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos para la respuesta Textura de las galletas tipo cookie.	106
Figura 23. Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para Sabor de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y harina de kiwicha en las formulaciones (Día 0)	109
Figura 24. a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos para la respuesta Sabor de las galletas tipo cookie.	110
Figura 25: Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para Aceptación general de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y harina de kiwicha en las formulaciones (Día 0)	113
Figura 26: a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos para la respuesta Sabor de las galletas tipo cookie.	114
Figura 27: Cromatograma de ácidos grasos para la galleta tipo cookie seleccionada como OPTIMO	117
Figura 28: Cromatograma de ácidos grasos para la galleta tipo cookie CONTROL,	118
Figura 29: Variación del % humedad de las galletas control y formulación Optima durante los 30 días de almacenamiento a temperatura de ambiente (20°C).....	121
Figura 30: Variación de la actividad de agua de las galletas control y Optima, durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C)	122
Figura 31: Variación de Sabor de las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C).	124
Figura 32: Variación de textura de las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C).....	125
Figura 33: Variación de recuento de mohos (UFC/g) para las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a 20 °C.....	129

I. INTRODUCCION:

En la actualidad , se han desarrollado productos alimenticios dirigidos a niños, caracterizados por ser productos fortificados y nutritivos con el fin de combatir la desnutrición y malnutrición en distintos países, tenemos productos de panificación y galletería ya que son aceptados por los niños, elaborados por un cambio de harina de trigo por harina de granos nativos, cereales, pseudo cereales o tubérculos, que aumentan el valor nutritivo, haciéndolos asequibles para los niños, más aún si se tiene en cuenta que son parte de la alimentación básica en su rutina alimenticia.

Siendo las galletas un alimento de consumido a nivel mundial y de gran aceptabilidad en la mayoría de los niños alrededor del mundo y además de ello su ventaja respecto en su almacenamiento y bajo costo de producción. Debido a esto esta investigación planteó desarrollar una galleta cookie a base harina de kiwicha y harina de tarwi que cumpla perfil de aminoácidos esenciales para niños mínimos y además tenga gran aceptabilidad y las mejores características nutricionales del producto.

Los productos de panificación y galletería son de mucha aceptación, debido a sus decoraciones, sabor, color y textura, por niños en edad escolar (Isoldi et al., 2012). Dado a que el trigo es el principal ingrediente en la receta tradicional de los productos de panificación y galletería tiene como base la harina de trigo que otorga al producto la textura y volumen deseados.

Sin embargo, el trigo es un cereal con un bajo contenido de proteína (11,4 %) en comparación con otros granos , dado que la harina de tarwi tiene un elevado porcentaje proteico y grasas, la harina de kiwicha a su vez también tiene un alto contenido de proteico comparado a los otros componentes (Castel, 2010) que ayudan a complementar la deficiencia proteica del trigo y aminoácidos esenciales como la lisina, triptófano y metionina por lo que al consumir estaría mejorando el gusto y hábito alimenticio de los niños.

En este proyecto nos propusimos estudiar la optimización de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum Aestivum*) por harina de tarwi (*lupinus mutabilis*) y harina de kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) en galletas tipo cookie destinados a niños en edad escolar, para obtener una galleta con elevados puntajes en una evaluación sensorial, características nutricionales y físicas que dicho alimento debe tener.

Como objetivos específicos mencionamos:

Obtener harinas para elaboración de galletas tipo cookie a partir de granos tarwi y kiwicha, caracterizar la composición química proximal (proteínas, grasa, humedad, fibra, cenizas, carbohidratos) las harinas de tarwi, kiwicha, formulación óptima y control, evaluar reológicamente (análisis aminográfico, farinográfico y extensográfico) la masa de la harina trigo utilizada en la elaboración de galleta tipo cookie, caracterizar fisicoquímicamente la galleta tipo cookie con sustitución de harina de tarwi y harina de kiwicha, evaluar las características tecnológicas y sensoriales (color, olor, textura, sabor y aceptación en general) de galletas tipo cookie con sustitución de harina de tarwi y harina de kiwicha, así como encontrar el nivel óptimo de sustitución de mejor aceptabilidad y determinar la vida útil de la galleta tipo cookie con formulación óptima.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:

2.1. EL TRIGO (*Triticum Vulgare*):

2.1.1. GENERALIDADES:

El trigo es considerado uno de los cereales más importantes, abundantes y productivos, debido a este motivo es uno de los más estudiados (Juárez et al., 2014). Trigo; considerado como “rey de los cereales”, se originó específicamente en África del Norte, Asia Central y Asia Menor. Siendo este de los granos más producidos y demandados, al igual que el arroz y el maíz (FAO, 2016 citado por Arellano y Rojas, 2016). Del trigo se obtiene la harina integral, harina, cerveza, sémola y más productos alimenticios. (Forero, 2013).

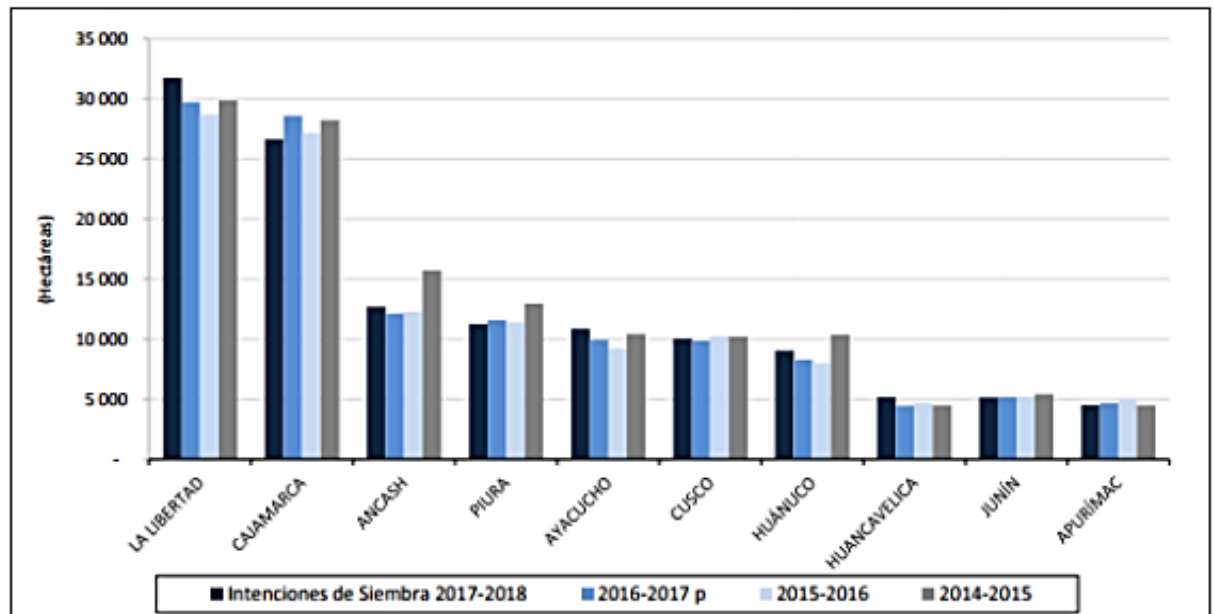
2.1.2. PRODUCCIÓN NACIONAL:

Las intenciones de siembra para el trigo son de 134,0 mil hectáreas, con las que se incrementaría en 3,7 mil hectáreas más (2,8%) con relación a lo sembrado en la campaña agrícola 2016-2017. Las siembras se realizarían mayormente de octubre a marzo sembrándose 124,1 mil hectáreas (93% del total de las intenciones de siembra del cultivo a nivel nacional). (MINAGRI, 2017)

Las Regiones con mayor participación en las intenciones de siembra para la campaña agrícola 2017-18 de este cultivo, en miles de hectáreas son: La Libertad con 31,7, Cajamarca 26,7, Ancash 12,7, Piura 11,3, Ayacucho 10,9, Cusco 10,0 y Huánuco 9,0, que en conjunto alcanzarían las 112,3 mil hectáreas (83,8%) de las intenciones de siembra para este cultivo a nivel nacional. (MINAGRI, 2017).

Las Regiones donde se incrementarían las intenciones de siembra son: La Libertad que será mayor en 2 005 ha (6,7%), Ayacucho que se incrementará en 905 ha (9,1%) y Huánuco que crecerá en 773 ha (9,3%). Sin embargo, las regiones que disminuirían sus intenciones de siembra de la próxima campaña serían: Cajamarca que será menor en 1 920 ha (- 6,7%), Piura que disminuirá en 296 ha (-2,6%) y Apurímac que será menor en 158 ha (-3,4%). (MINAGRI, 2017)

F
Figura 1. Intenciones de Siembra y Siembras realizadas de Trigo por Región en la Campaña agosto 2017 - julio 2018



Fuente: MINAGRI, 2017 (accesado 21/01/18)

2.1.3. TAXONOMÍA:

Tabla 1. Clasificación taxonómica del tarwi

TAXONOMÍA DEL TRIGO	
Reino	Vegetal
Sub reino	Fanerógamas
División	Cheteriodophitas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Monocotiledónea
Orden	Cereales
Familia	Gramínea
Género	<i>Triticum</i>
Especie	<i>Vulgare</i>
N. Científico	<i>Triticum Vulgare</i>
N. Común	Trigo

Fuente: Magallanes, 2010

2.1.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL TRIGO:

Está formado por carbohidratos simples y complejos, ácidos grasos, compuestos nitrogenados (proteínas), agua y minerales así como mínimas cantidades de vitaminas, sustancias como pigmentos y enzimas. En cuanto a las proteínas que tiene, el gluten es de suma importancia para la industria de la panificación y galletería ya que es un complejo proteico blanco grisáceo elástico y duro, que tiene el trigo; el gluten le da a la masa de pan el punto viscoso y pegajoso que beneficia la retención del gas en la etapa de fermentación. (De la Vega, 2011).

Tabla 2. Composición química del grano de Trigo

Componentes	Mínimo (%)	Máximo (%)
Humedad	8.0	18.0
Proteína	7.0	18.0
Cenizas	1.5	2.0
Lípidos	1.5	2.0
Fibra dietética	4.0	12.9
Almidón	60.0	68.9
Carbohidratos	68.0	87.0

Fuente: Alasino et al., 2008; * Yanez, 2013

2.1.5. HARINA DE TRIGO:

a. DEFINICIÓN:

La harina de trigo es el producto elaborado a partir de granos de trigo común, *Triticum aestivum* L. o trigo ramificado (*Triticum compactum* Host), a partir del proceso de la molienda y tamizado en los que se separan el salvado del germen, y el residuo que se obtiene se muele para darle un grado adecuado de fineza. (Ramos, 2013)

La harina de trigo tiene una gran propiedad que sirve para la masa (proteína – gluten), ya que la harina mezclada con agua forman una masa consistente. Esta es tenaz, con ligazón, que no se pega, se puede darle forma y resiste la presión de gases que se producen en la fermentación (leudado químico, levado con levadura) para levantar de la masa y un tener un buen desarrollo de volumen. (De la Vega Ruiz, 2011).

b. Clasificación:

Los diferentes tipos de harinas se clasifican en: harina extra (de menor calidad), harina especial (para panadería) y las harinas industriales, que son las que se usan para pastas, galletas y panetones. Se clasifican según sus tipos: cero (0), dos ceros (00), tres ceros (000) y cuatro ceros (0000).

La 0000 se caracteriza por ser la más refinada y blanca, pero bajo en gluten por lo cual no retiene el gas y los panes no logran formar de manera adecuada. Por eso sólo se utiliza para pastelería, panes de molde, en tortas, etc. Según Reque, (2007), citado por (Arellano y Rojas, 2017).

c. Tipos de harina:

Se dividen en 2 grandes grupos:

- Harinas Duras: Tienen gran cantidad de proteínas como duro de primavera y duro de invierno y el trigo rojo. Según Reque, (2007), citado por (Arellano y Rojas, 2017).
- Harinas Suaves: tiene bajo contenido de proteínas y se extraen del trigo blando rojo de invierno. Se usa en queques, bizcochos y galletas. Según Reque, (2007), citado por (Arellano y Rojas, 2017).

d. Composición química de la harina de trigo:

Son muy parecidos al del grano de trigo, pero con una ligera diferencia porcentual dado a la eliminación de estos en el proceso de molienda y tamizado. (FAO, 2016)

Tabla 3. *Composición Química de la harina de Trigo*

COMPONENTE	HARINA 100% EXTRACCIÓN
Proteínas	12-13.5
Lípidos	2.2
Almidón	67
Cenizas (materia mineral)	1.5
Vitaminas (B y E)	0.12
Humedad	13-15
Fibra cruda	1.5
Fibra dietética*	4.6
Azúcares	2.3

Fuente: Calaveras, 2004; * UNL, 2010

2.2. EL TARWI (*Lupinus mutabilis*):

2.2.1. Generalidades :

El *Lupinus mutabilis* o tarwi; leguminosa que es usada para la alimentación humana y que está en los primeros lugares a nivel global como un alimento alto en aceites y proteínas. Para que pueda ser engestado necesita pasar por un tratamiento el cual reduce las sustancias que son tóxicas, en este caso los alcaloides que son una defensa natural de la planta ante la presencia de insectos. Los alcaloides presentes en el tarwi son esparteína, lupinina, lupanidina, que son anti nutrientes. Al tener un alto contenido de aceite, el tarwi es considerado como la soya de los Andes. (Horton, 2014).

2.2.2. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL TARWI:

Tabla 4. Clasificación taxonómica del tarwi.

Taxonomía del tarwi	
División	Tracheophyta
Sud-División	Pteropsida
Clases	Angiospermae
Sub-Clase	Dicotyledonas
Orden	Fabales
Familia	Leguminosa (Fabaceae)
Sub-Familia	Papilionacea (Faboideae)
Tribu	Genisteae
Género	<i>Lupinus</i>
Especie	<i>Lupinus mutabilis</i>
Nombre Binomial	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet

Fuente: The New York Botanical Garden, (2001)

2.2.3.PRODUCCIÓN NACIONAL:

En el Perú tenemos sembríos a partir de los 2800 a 3900 msnm contando con un 20% de esta área de cultivo en la sierra norteña (Amazona, Cajamarca, La Libertad); luego hay un 41% que esta la sierra central (Huánuco, Ancash y Junín) y se tiene un 39% de áreas sembradas en la sierra sureña (Puno, Cuzco y Apurímac). (Horton, 2014). En la actualidad hay 1500 hectáreas de este sembrío, pero se está promoviendo campañas de preparación a pequeños productores y medianos productores para incrementar el área sembrada de esta leguminosa hasta un 100% (3000 Has).

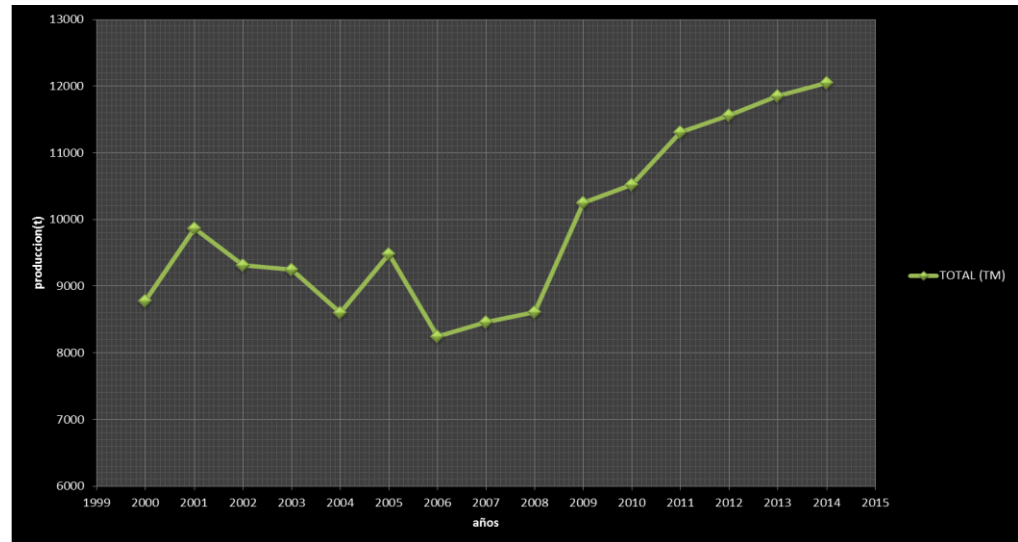
Tabla 5. Producción Nacional Total de Tarwi

AÑOS	TOTAL (TM)
2000	8780
2001	9867
2002	9317
2003	9245
2004	8599
2005	9480
2006	8243
2007	8461
2008	8609
2009	10251
2010	10521
2011	11306
2012	11560
2013	11850
2014	12100

FUENTE: MINAGRI, (2016)

Los índices anuales que reporto el MINAGRI 2016, el Perú apporto 12100 toneladas de este cultivo, el 2014 hubo un rendimiento de 1,3 toneladas por hectárea. Como se aprecia en la figura 2

Figura 2. Producción de tarwi en el Perú



Fuente: (Minagri, 2016)

2.2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA :

Este grano andino posee en su composición aceite y proteína, por lo cual se vuelve competitiva frente a la soya. La composición del tarwi conforma algo más que la mitad de su peso en comparación a la soya y en cuanto al estudio comparativo de las proteínas que contienen cada semilla (soya y tarwi) tienen una diferencia de 41 a 51% respectivamente. En el proceso de molienda que se realiza para obtener harina del grano de tarwi, se realiza primero el descascarado lo cual hace que la cantidad de proteínas disminuya en cierta cantidad quedando como si en buen porcentaje la cistina y la lisina.

La leguminosa *Lupinus Mutabilis*, tiene gran porcentaje de grasa y proteínas como mencionamos líneas arriba, esto se observa de acuerdo a nuestra Tabla 06 y 07 que nos muestra resultados de análisis biológicos realizados mostrándonos la calidad de la proteína. Los aminoácidos azufrados (metionina+cisteína) son característica de este grano y un estudio realizado por Gross en 1982, nos demuestra que al reemplazar 2% de metionina, aumenta la Utilización Proteica Neta (UPN), el Valor Biológico (VB) y la Relación de Eficiencia de Proteína (PER) en niños y ratas (Tapia, 2015).

Tabla 6. Composición química del tarwi, soya y frijol (g/100g).

Parámetros	Tarwi (harina)	Tarwi (grano)	Soya	Frijol
Proteína	49.6	44.3	33.4	22.0
Grasa	27	16.5	16.4	1.6
Carbohidrato	12	28.2	35.5	60.8
Fibra	3	7.1	5.7	4.3
Ceniza	2.9	3.3	5.5	3.6
Humedad (%)	6.0	7.7	9.2	12.0
Energía (Kcal./100g)	458	362	401	347

Fuente: FAO, 2016

Tabla 7. Cómputo de aminoácidos de *Lupinus mutabilis* (variedad *semidulce*) y *Lupinus albus* (variedad *Astra*) (mg de aa/g de proteínas)

Aminoácidos	Patrón de	Composición de aa		Cómputo de aa ⁽³⁾	
	aa ⁽¹⁾	(mg/g. de prot.) ⁽²⁾			
	mg/g. de	<i>Lupinus</i>	<i>Lupinus</i>	<i>Lupinus</i>	<i>Lupinus</i>
	proteínas	<i>mutabilis</i>	<i>albus</i>	<i>mutabilis</i>	<i>albus</i>
Isoleucina	28	40	41	-	-
Leucina	66	70	64	-	97
Lisina	58	57	45	98	78
Metionina + cistina	25	23	25	92	-
Fenilalanina + tirosina	63	75	93	-	-
Treonina	34	37	33		97
Triptófano	11	9	11	82	-
Valina	35	38	37	-	-
Histidina	19	-	-	-	-

FUENTE: (1) FAO/OMS/ONU, (2016). (2) Modificado de Gross, (1982). (3) Se indican sólo los aminoácidos limitantes, cómputo en %.

Los aminoácidos azufrados del tarwi (cistina+metionina) en comparación a otros granos de leguminosas de Sudamérica son elevados y para ello hay pruebas que sustentan el alto porcentaje de metionina presente en distintas leguminosas. (Tapia, 2015).

El aceite del tarwi es similar al de soya y maní en cuanto a composición de ácidos grasos, del cual tiene como más importante al ácido graso oleico, luego tenemos el linoleico que es un ácido graso esencial (Tabla 8). En comparación al aceite de la variedad semidulce y el *Lupinus albus* y la variedad amarga de *Lupinus Mutabilis*, tienen menor de linoleico y más ácido oleico. (Tapia, 2015).

Tabla 8. Composición de ácidos grasos del aceite de *L. Mutabilis* amargo y semidulce y del *L. albus*, variedad Astra.

Ácidos grasos	<i>Lupinus mutabilis</i>		<i>Lupinus albus</i>
	amargo	semidulce	Var. Astra
Mirístico	0,6	0,3	0,2
Palmítico	13,4	9,8	7,2
Palmitoleico	0,2	0,4	0,4
Esteárico	5,7	7,8	2,1
Oleico	40,4	53,9	57,3
Linoleico	37,1	25,9	21,3
Linolénico	2,9	2,6	8,2
Araquídico	0,2	0,6	1,3
Behénico	0,2	0,5	1,0
Erúcico	--	--	0,9
Cociente P/S*	2,0	1,5	2,5

FUENTE: Gross, 1982. y citado por (Tapia, 2015).

P/S*: poliinsaturados/saturados

2.2.5. TOXICIDAD DEL TARWI:

La toxicidad en el tarwi es básicamente por la presencia de alcaloides que impiden el consumo directo de esta legumbre. Alcaloides que en dosis moderadas pueden ser letales, tal como la lupanina que es dañina en una dosis entre 22-25 mg/g, también está la esparteína la cual tiene un 5% de toxicidad y entre todos los alcaloides la de menor toxicidad como tal es la hidroxilupanina (Salazar, 2015).

2.2.6. ELIMINACIÓN DE ALCALOIDES:

La esparteína y lupunina, se encuentran formando combinaciones solubles como sales: isobutiratos, maleatos, tartratos, citratos, benzoatos, etc. Localizadas esencialmente en tegumentos del grano, los tejidos periféricos, tallos, capas externas de cortezas, epidermis, sub epidermis de las hojas, y raíces. En el tarwi estos compuestos constituyen del 2.5 a 4%. En cuanto al consumo es necesario realizar un proceso de desamargado en agua. Tenemos las siguientes etapas para el desamargado: hidratación, cocción y desamargado (Suca, 2016).

- a. **Hidratación.** - se remoja los granos por 14 horas en agua limpia.
- b. **Cocción.** – se hierve por 40 minutos aproximadamente.
- c. **Desamargado.** – Se remoja por 3 días o más el grano cocido, de preferencia agua corrida. Esto es un aproximado.

Se puede determinar el estado ideal para la comercialización y consumo probándola. Se estima un 0,02% de alcaloides remanentes después del proceso de desamargado es el parámetro aceptable y seguro para el consumo humano (Salazar, 2015).

2.2.7. HARINA DE TARWI:

Las características de esta harina van principalmente por el valor proteico que tiene y asciende hasta un 49%, también esta harina contiene hasta un 28% de lípidos. Como característica visual de esta harina, el color es ligeramente amarillo. El grano si es previamente tostada para la molienda, mejora el sabor de la harina. (Suca, 2016).

Para el desarrollo de la elaboración de la harina es necesario mantener la humedad menor al 8% para evitar la pérdida de aceite y la harina comience adherirse al molino. Durante la molienda la cascara podría generar algunos problemas. (Suca, 2016).

2.3. KIWICHA (*Amaranthus Caudatus*):

2.3.1. GENERALIDADES de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus*):

La Kiwicha o amaranto (*Amaranthus caudatus*), contiene un alto valor proteínico, fue en la antigüedad alimenticias que consumían los recolectores y cazadores de América del norte y los Andes antes del cultivo de la planta en América central, fue gradual y Mac Neish en sus excavaciones en Puebla (México) halló el *Amaranthus* junto con maíz y frijol en este proceso de domesticación. El *Amaranthus* en las cuevas de Puebla en 4000 años A.C (Puerres ,2010).

El amaranto (*Amaranthus caudatus*), es uno de los cereales de origen vegetal más completo, Siendo una fuente importante de minerales, proteínas, vitaminas: A, C y el complejo B; niacina, calcio, ácido fólico, fósforo y hierro. Además, contiene un valor alto de aminoácidos como la lisina. Como la quinua, se considera un pseudo-cereal, porque tiene propiedades parecidas a otros cereales pero según la botánica no parte de este grupo de cereales (Chauhan, 2015).

La kiwicha o amaranto se adapta en rangos entre 2800 a 3000 metros a nivel del mar. Demostrándose que todas las especies crecen en condiciones de temperaturas óptimas de 18 a 24°C con alta luminosidad. Las condiciones de humedad durante su germinación y crecimiento pueden ser bajas, siendo establecido un mejor crecimiento en ambientes secos y relativamente cálidos comparados con ambientes de excesos de humedad (Poligrafiados Andinos II, 2012)

2.3.2. Taxonomía y morfología:

- Reino: *Plantae*
- Clase: *Magnoliopsida*
- Orden: *Caryophyllales*
- Familia: *Amaranthaceae*
- Género: *Amaranthus*
- Especie: *Amaranthus caudatus*

La variedad *Amaranthus caudatus* se cultiva en África, Asia y América. En Sudamérica se cultiva y cosecha en pequeños sembríos. Son pocas las extensiones de cultivo en los países de Ecuador y Colombia, los lugares de cultivo y cosecha más abundante se encuentran en la sierra de Bolivia, Perú y norte de Argentina.

La KIWICHA se encuentra entre las 12 especies respecto al género *Amaranthus* que se cultivan y cosechan en Perú, desde hace miles de años en Centroamérica y los Andes. En el Perú, se han hallado evidencia de este grano en tumbas prehispánicas con una antigüedad de 4,000 años. En los últimos años, la KIWICHA está siendo valorada nuevamente, lo cual ha hecho que se conserve genéticamente la especie en estaciones especializadas como la de Tingua en Yungay, Baños del Inca en Cajamarca, Santa Ana en Huancayo, Canáan en Ayacucho y K'raya en Cusco (Minagri, 2015).

2.3.3. PRODUCCIÓN NACIONAL DE KIWICHA:

En la última década se ha ido incrementando el cultivo de la kiwicha por la revalorización del cultivo. Podemos observar un aumento del área sembrada en la década de los 90 donde se reportó alrededor de 500 has, producción promedio de 330 Tm, con un rendimiento aproximado de 650 Kg./ha. En 1998 se incrementó a 1700 has aproximadamente, una producción de 200 Tm y un rendimiento promedio de 1180 Kg. /ha. En el Perú las áreas de cultivo de kiwicha están ubicadas en los Departamentos de Arequipa, Ancash, Arequipa, Ayacucho, Apurímac y Huancavelica (MINAGRI, 2015). Actualmente el producto está en la etapa de constante crecimiento, tratando de tener una mayor acogida en el mercado. Como se aprecia en la tabla 9.

Tabla 9. Producción anual kiwicha (*Amaranthus Caudatus*)

Año	Producción(Tn)
2012	2,394
2013	1,713
2014	3,016
2015	2,745

Fuente: MINAGRI, 2015.

Su nivel de producción por departamentos del Perú de acuerdo a la Organización Internacional Agropecuaria, se realiza en 8 departamentos de ellos Ancash, Cusco y Arequipa son los departamentos de con gran cantidad de producción, concentrando un destinando un gran porcentaje que se produce en el territorio nacional (MINAGRI, 2015)

Tabla 10. Producción (toneladas) Nacional por departamento

DEPARTAMENTO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	%	%
	2012	2013	2014	2015	2016	PART.	VAR.
ANCASH	328	401	316	212	333	11.04	57.06
APURIMAC	190	327	369	272	327	10.81	20.66
AREQUIPA	1288	1111	716.65	654	935	30.91	42.31
AYACUCHO	130	160	115	162	55	1.83	-66.34
CUZCO	917	963	731	282	1205	39.91	325.08
HUANCAVELICA	19	18	33	25	48	1.55	88.01
LA LIBERTAD	74	123	105	128	116	3.87	-9.31
TOTAL	2,946	3796	2393	1742	3017	100	73.18

Fuente: MINAGRI, 2015.

2.3.4.COMPOSICIÓN QUÍMICA :

Tabla 11. Composición química y valor nutricional de Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*).

Componentes	kiwicha	
Energía	kcal	343
Agua	g	9.2
Proteínas	g	12.8
Grasa total	g	6.6
Carbohidratos totales	g	69.1
Fibra cruda	g	59.8
Fibra dietetica	g	9.3
Cenizas	g	2.3

Fuente: FAO, 2016

La Cantidad de aminoácidos presentes en la kiwicha es aproximado al solicitado para la ingesta de la nutrición humana y su aminoácido imitante es la lisina que permite que la proteína de *A. caudatus* se absorba y utilice hasta el 70%, cifra que asciende hasta el 79% según el tipo de variedades. Principalmente la proteína del amaranto se ubica á en el embrión (70%), a diferencia de otros cereales como soya, arroz y maíz que presentan sobre casi el 80% de la proteína en el endospermo (FAO, 2016).

2.3.5. HARINA DE KIWICHA :

La harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) puede variar en su composición según el tipo y grado de extracción, dado que la mayoría de sus nutrientes se encuentran en el pericarpio y en el germen comparado respecto al grano entero. El perispermo tiene almidón en forma de amilopectina con el 2,3 % de lípidos, 7,7 % de proteínas, 1,2 % cenizas y 0,9 % de fibras. El grano entero está compuesto por 3,3 % de fibras, 18,5 % de proteínas, 3,2 % de cenizas y 7,4 % de lípidos, en cuanto al pericarpio y/o al germen contienen 19,2% de lípidos, 42,0% de proteínas 7,0% de cenizas y 7,7% de fibras. (Castel, 2010).

2.4. GALLETAS:

Son productos de consistencia crocante y ligeramente dura al consumirla, se preparan con harina como materia prima esencial y otros insumos más como leche, huevos, grasas comestibles, conservantes, colorantes, féculas, mantequilla, azúcar y más ingredientes autorizados. Según Cori y Pacheco, (2004) y citado por (Aliaga y Sánchez, 2011). La elaboración de este producto se da en grandes proporciones ya que es de consumo habitual por personas de todas las edades y por lo que tienen un precio accesible.

Esta mezcla de insumos compone un producto que constituye una importante fuente calórica para el hombre y sobre todo para el niño (UNAM, 2013).

a. **Clasificación:**

Están clasificadas de la siguiente manera:

- **Rellenas:** se coloca un relleno entre dos galletas.
- **Revestidas:** presenta un revestimiento apropiado pudiendo ser simple o rellena.
- **Por su sabor:** dulces, saladas y sabores especiales
- **Simples:** Cuando el producto se presenta sin ningún agregado posterior luego de cocido.
- **No rellenas:** galletas simples pueden ser dulces, saladas, etc.

2.5. INSUMOS EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS:

2.5.1. HARINAS:

Es la materia prima básica para la elaboración de este producto, dentro de la cual la más usada es la que se elabora de trigos blandos pero el contenido de proteínas está por debajo del 10%. Al trabajar con esta harina se obtiene una masa poco elástica que no es resistente al estiramiento como la masa que resulta de trabajar con la harina de trigo duro (tiene proteína mayor al 10%). La solubilidad del gluten hace que sus proteínas puedan separarse. Dentro de estas, las gliadinas son las más solubles y forman la tercera parte del gluten. Esta proteína le da elasticidad y hace más blanda la masa.

Las gluteninas son proteínas que conforman las otras dos terceras partes del gluten y dan las propiedades de firmeza, extensibilidad a la masa.

El uso de la harina indicada para elaboración de las galletas es muy importante, ya que depende de esta, las propiedades que tenga el producto final. Para la obtención de la masa se realiza un trabajo mecánico que es el amasado y en el desarrollo de este trabajo la glutenina forma cadenas lineales que originan láminas elásticas alrededor de las burbujas de aire. (Paucar M, et al 2016).

2.5.2. AZÚCAR:

Insumo que contribuye con el aspecto y textura de las galletas. Los jarabes de los azúcares reductores también se hacen notar con la textura de las galletas. La fijación de agua por los polisacáridos y azúcares da una aportación en cuanto las propiedades de las galletas. El agregado de este insumo (azúcar) a la receta disminuye la viscosidad de la masa, reduce su grosor y peso, también promueve la longitud de las galletas.

Cuando las galletas son ricas en azúcar se caracterizan por una textura crujiente y una estructura altamente cohesiva. El azúcar tiene como función básica contribuir a la suavidad de los productos horneados y darle el sabor dulce, pero cuando el azúcar se utiliza en pocas proporciones no afecta la estructura.

Pero si el azúcar adicionado tuviera igual o mayor proporción que la harina, cambia los caracteres del amasado de tal manera que al no disolverse haría que el gluten no termine de formarse en su totalidad,

haciendo la masa más resistente. El azúcar sirve como un intermediario para incorporar aire a durante el batido, que puede hacerse con huevos o una grasa, logrando el levantamiento posterior de la masa. (Paucar M, et al 2016).

2.5.4. GRASAS:

Las grasas cumplen un papel de antiglutinante en la masa, contribuyen a suavizarla y darle plasticidad. Las grasas tienen un rol importante en cuanto a textura en las galletas y su dureza. Este insumo contribuye a la disminución del grosor y peso de las galletas, al aumento de la longitud de la masa. Hace que las galletas se caractericen por tener una estructura fragmentable, es decir fácil de romper.

Durante la preparación de una masa se necesita una buena homogenización de la grasa, ya que podría aparecer un problema en la competencia por la superficie de la harina entre las fases acuosa y grasa. La grasa al estar en grandes cantidades, el efecto lubricante es tan pronunciado que no es necesaria mucha agua para dar una consistencia suave. Si mezclamos la grasa con la harina antes de hidratarla, la grasa evitaría la estructuración de una cadena de gluten y produciría una masa con menos elasticidad, lo que se desea para la producción de galletas ya que se encoge menos tras el laminado, pero cambia su textura. (Carece, 2014).

2.5.5. HUEVOS:

La función de este insumo es unir y lograr la consistencia del producto.

La yema tiene proteínas que pueden unir y las grasas podrían interferir la formación del gluten, lo que significaría que se produzcan los dos fenómenos pudiendo predominar uno sobre otro, en presencia del resto de componentes. Este proceso durante el amasado da lugar a la formación de un aumento de volumen y da una estructura esponjosa.

La presencia de burbujas de gas en la masa durante el horneado se expande las proteínas, coagulan y fijan la estructura. (Carece, 2014).

2.5.6. POLVO DE HORNEAR:

El fin de este insumo es generar gas para aumentar el volumen final de las galletas antes de culminar su cocción con la degeneración de las proteínas. Estos casos también suceden en la elaboración de panes, molletes y galletas. (Turcios y Castañeda 2010).

2.5.7. ESENCIA DE VAINILLA:

Este insumo le da al producto final un buen sabor, color y aroma.

(Paucar M., et al 2016).

2.4.1. GALLETAS COOKIE:

Alimento del tipo de cereal disponible en tiendas y supermercados alrededor del mundo, se encuentra las galletas cookie. Nos referimos a cookies como un tipo especial de galletas que tienen su origen en norte américa, de las características específicas que presentan este tipo de galletas es de tener gran tamaño, no tener forma de molde específica, y venir acompañado de pasas, pecanas, chispas de chocolate, maní, nueces, entre otras. Las galletas tipo cookie son un alimento que contiene en su composición carbohidratos ya que 100 g. de este alimento contienen 64,50 g aproximadamente de carbohidratos y una humedad no mayor al 3-5%, Las galletas cookies tienen presentaciones diversas, entre las más comerciales son las galletas cookies con chispas de chocolate teniendo una gran aceptabilidad en el público en general . (Salvatierra y Azorza, 2017).

III. MATERIALES Y MÉTODO:

3.1. Lugar de ejecución:

- ✓ Instalaciones de Evaluación Sensorial de la Planta Piloto Agroindustrial de la UNS.
- ✓ Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la EAPIA.
- ✓ Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la UNS (IITA).

3.2. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS:

Los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación fueron:

3.2.1. MATERIAS PRIMAS:

Para producción de galletas tipo cookie se utilizará como materia prima.

- **Harina de trigo integral Galletera:**

a) **Harina de tarwi:** (*Lupinus Mutabilis*) procedente de la ciudad de Carhuaz, entre los 2500 y 3200 ms.n.m. c del departamento de ANCASH, el cual fue desamargado, secado y extraído el aceite en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la Escuela de Agroindustria (Universidad Nacional del Santa).

b) **Harina de kiwicha:** (*Amaranthus caudatus*) procedente del distrito de santa cruz – Huaylas entre los 6500-6700 ms.n.m. el cual fue secado y molido en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la Escuela de Agroindustria (Universidad Nacional del Santa).

3.2.2. INSUMOS:

- ✓ Polvo de hornear
- ✓ Bicarbonato de sodio
- ✓ Bicarbonato de amonio
- ✓ Azúcar
- ✓ Esencia de vainilla

3.2.3. Materiales de laboratorio:

- Placas Petri
- Mortero
- Vasos de precipitado 50, 100 mL
- Fiolas de 250, 1000 mL
- Probetas de 50, 100 mL
- Pipetas de 1, 10 mL
- Pizetas
- Pinzas metálicas
- Coladores
- Crisoles
- Embudo de vidrio
- Matraz Erlenmeyer 250, 500 mL
- Termómetro

3.2.4. OTROS MATERIALES:

- Papel filtro
- Papel toalla
- Papel aluminio
- Marcadores
- Ficha de análisis sensorial
- Vasos descartables

3.2.5. REACTIVOS:

- Ácido Sulfúrico
- Ácido Clorhídrico
- Ácido Bórico
- Éter de petróleo
- Hidróxido de sodio

3.2.6. EQUIPOS:

- Balanza Gramera:

Marca: Precisa Mod: XB4200C Proc: Suiza

- Secador de Bandejas

Marca: CORP. JARCON Mod: STB-10X10 Proc: Peru

-Horno Rotatorio por convección:

Marca: Nova. Modelo: MAX 1000. País: Perú

- Equipo de Aw:

Marca: ROTRONIC Mod: Hygrolab2 Proc: Perú

- Analizador De Humedad (TERMOBALANZA)

Marca: PRECISA Mod: XM50 Proc: Suecia

- **Texturometro**
Marca: BROOKFIELD Mod: CT3-4500 Proc: USA
- **Colorímetro:**
Marca: Konica Minolta Mod: CR-400/CR-410 Proc: Japón
- **Balanza analítica:**
Marca: PRECISA Mod: LX 220A SCS Proc: Suiza
- **Unidad de destilación automática para el análisis Kjeldahl de nitrógeno/proteína**
Marca: FOSS Mod: Kjeltex™ 8200 Proc: Dinamarca.
- **Centrifuga:**
Marca: POL-EK Mod: CLW115TOP Proc: Polonia
- **Estufa:**
Marca: POL-EK Mod: CLW115TOP Proc: Polonia
- **Mufla**
Marca: THERMOLYNE Proc: Alemania
- **Equipo extractor de grasa:**
Marca: FOSS Mod: SOXTEC Proc: China
- **Analizador de fibra**
Marca: FOSS Mod: Fibertec™1023 Proc: Alemania

3.3. MÉTODO:

3.3.1. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y PROXIMAL DE LA MATERIA PRIMA:

A. DETERMINACION DE HUMEDAD:

Las muestras fueron secadas en una estufa a 100 ° C por 24 horas, se pesaron 5 gr aproximadamente de muestra según el método AOCS Ca 2c-25, con 3 repeticiones. Este procedimiento se realizó tanto para las muestras de harinas de kiwicha, tarwi y trigo. así como también las formulaciones optimas de galletas tipo cookie:

Cálculos:

Ecuación 1: Cálculos para determinación de Humedad

$$\%H = 100 * \left(\frac{\text{Peso Húmedo} - \text{Peso seco de la muestra}}{\text{Peso Húmedo}} \right)$$



Figura 3. ESTUFA

B. DETERMINACIÓN DE GRASAS:

El Método AOCS Ab 3-49 nos dice que para determinar el contenido de aceite de una muestra se necesitan 5 g de muestra pulverizada, este método usa como solvente al éter de petróleo (90°C) durante 2 horas de calentamiento a reflujo.

Para el cálculo del contenido de aceite, se usó la siguiente fórmula

Ecuación 2: Cálculos para determinación de Grasas

$$\% \text{ Aceite P.F} = \frac{\text{EE} * (100 - \text{Porcentaje de Humedad})}{\text{Gramos de Materia seca}}$$

Dónde:

% Aceite P.F: % de aceite de la muestra en peso fresco

EE: Peso del aceite extraído de la muestra deshidratada (extracto etéreo)

Porcentaje de Humedad: Porcentaje de humedad de las harinas de kiwicha, tarwi y trigo, como también galletas con formulación óptima y control.

C. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS:

El método AOCS Ac 4-91 se basa en 3 operaciones: Digestión, Neutralización – Destilación y Titulación. En esta técnica se digieren las proteínas y otros componentes orgánicos de los alimentos en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores. El nitrógeno orgánico total se convierte mediante esta digestión en sulfato de amonio. La mezcla digerida se neutraliza con una base y se destila posteriormente. El destilado se recoge en una solución de ácido bórico. Los aniones del borato así formado se titulan con HCl (o H₂SO₄) estandarizado para determinar el nitrógeno contenido en la muestra

Cálculos:

Ecuación 3: Cálculo para determinación de % de Proteína

$$\%Proteína = \frac{14 \times N \times V \times 100 \times factor}{(m \times 1000)}$$

V: mL, HCl 0.1 N y m: masa de la muestra, en gr.



Figura 4. Equipo para determinación de Proteínas (Kjeldahl)

D. DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA:

Se realizó mediante el método (AOAC 991.43, 1997). Muestras en duplicado de alimentos secos y desgrasados son gelatinizadas con α – amilasa térmicamente estable y luego digerida enzimáticamente con proteasa y amiloglucosidasa para remover la proteína y el almidón. La fibra dietética soluble es precipitada por la adición de etanol, el residuo total se filtra, se lava, se seca y se pesa. En el residuo en duplicado se determina proteína, y en el otro cenizas.

Ecuación 3: Cálculo para determinación de fibra

Fibra dietética total= Peso del residuo-Peso (proteína+cenizas)

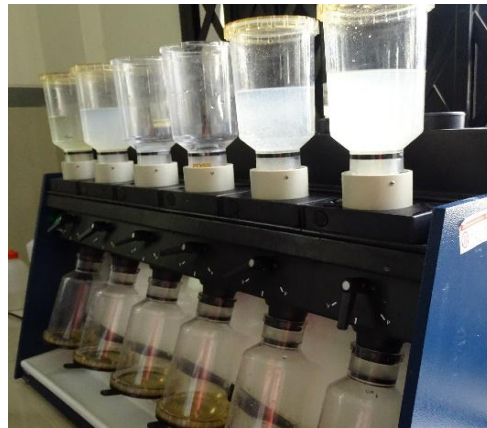


Figura 5. Equipo para determinación de fibra

E. DETERMINACIÓN DE CENIZAS:

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.

Cálculos:

Ecuación 4: Cálculo para determinación de cenizas

$$\% \text{ Contenido de Cenizas} = \frac{\text{Peso de Cenizas (g)}}{(\text{Peso de la Muestra (g)})} \times 100$$



Figura 6. Mufla

3.3.2. CÓMPUTO QUÍMICO O SCORE PROTEICO:

Se empleó para evaluar el cómputo químico en las formulaciones el patrón de aminoácidos esenciales que requieren el grupo de niños entre 5 a 11 años en etapa escolar, según (FAO, 2007). El cómputo químico se expresó como la cantidad (mg) de aminoácidos esenciales por gramo de la proteína a evaluar, relacionándolo con la proteína de referencia (gr), es decir, el patrón aminoácidos esenciales establecidos para el niño en etapa escolar. Expresando los resultados de manera porcentual. El valor más bajo de aminoácido esencial se denomina como “limitante”. El valor obtenido para cada aminoácido mayor a 100%, expresa una proteína completa.

3.3.3. ELABORACIÓN DE GALLETAS TIPO COOKIE:

A. FORMULACION:

Se elaboró nuestras galletas a partir de una formulación base (Tabla 12) de galletas cookie. Esta etapa de la investigación se ejecutó en las instalaciones de la planta piloto agroindustrial.

Tabla 12: Formulación base para 1 Kg de masa

INGREDIENTES	Peso(gr)	porcentaje %(p/p)
Trigo	500	50
Margarina (multiuso)	245	24.5
Huevos (yema)	40	4.6
Azúcar impalpable	220	22
Polvo de hornear	5	0.5
Amonio	3.3	0.3
Asencia de vainilla	3	0.3

Fuente (Salvatierra y azorza,2017)

a. PREPARACIÓN DE GALLETAS TIPO COOKIE:

Se incorporó margarina, azúcar junto a esencia de vainilla batiéndose a baja velocidad por 2,5 a 3 minutos aproximadamente para homogenizar los insumos. Posteriormente se añadió la harina de trigo pastelera, harina de kiwicha y tarwi, polvos de hornear, batiéndose a baja velocidad por 2 a 3 minutos para formar y pesar moldes de 12 g de masa preparada, dando forma a cada galleta para llegar al espesor y

diámetro definido, posteriormente hornearlas a 140° c durante 12 a 15 minutos. (Para 1 kg de masa).

3.3.4. CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA EN LAS FORMULACIONES

A. METODOLOGÍA PARA TEXTURA INSTRUMENTAL:

Se utilizó un Analizador de TEXTURA BROOKFIELD CT3, acoplado al software TexturePro CT V1.4 Build 17 provisto de una plataforma de aluminio, sobre la cual se colocaron las muestras, con una celda de carga de hasta 500 N; la velocidad del proceso fue determinada mediante ensayos previos y se fijó en 0.5 mm/s. (Torres, Acevedo y Gallo, 2015).

A las muestras enteras de galletas cookie con tarwi y kiwicha se les aplicó una prueba de compresión unidireccional con la finalidad de medir los parámetros de fracturabilidad: fuerza a la que el alimento empezó a quebrarse ($\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$); y dureza: fuerza máxima a la que el producto se quebró totalmente ($\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$).

B. METODOLOGÍA PARA COLOR INSTRUMENTAL:

La medición del color se realizó con un colorímetro marca Minolta modelo CR - 200, que trabaja con el sistema CIELab de notación L^* , a^* , b^* donde L^* corresponde a la luminosidad, a^* y b^* son coordenadas de cromaticidad ($-a = \text{verde}$ y $+a = \text{rojo}$; $-b = \text{azul}$ y $+b = \text{amarillo}$). (James, 1995). En este ensayo el color se midió tres repeticiones por tratamiento.

3.3.5. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL EN LAS FORMULACIONES:

Las galletas se evaluaron por 30 panelistas semi-entrenados de manera personal y a temperatura ambiente (25°C)

Los panelistas evaluaron cinco atributos: olor, sabor, textura, color y aceptabilidad general. Los resultados obtenidos se evaluaron estadísticamente. (Anexo 06)

Las muestras fueron codificadas de manera aleatoria. Las fichas para el análisis sensorial se presentó mediante una escala hedónica de 7 puntos (7 = me gusta muchísimo y 1 = me disgusta muchísimo a).

3.3.6. DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL:

La formulación óptima se almaceno por 30 días, a temperatura ambiente (22°C promedio), en empaques de Polietileno de alta densidad herméticamente sellada. También se evaluó parámetros instrumentales: (Actividad de agua, humedad) y sensoriales (sabor y textura) periódicamente en intervalos de 5 días.

3.3.7. ANÁLISIS DEL PRODUCTO OPTIMIZADO:

a. Análisis químico proximal

La caracterización se realizó tanto a la galleta óptima como al control.

- Proteína: Se determinará según El método AOCS Ac 4-91.
- Grasa: Se realizará según el método UNE 64021 1970.
- Ceniza: Se realizará utilizando el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P 206.007:1976 (Revisada el 2011) para productos de panadería.
- Fibra: Se realizará según el método NMX-F-090-1978.
- Carbohidratos: Se obtiene por diferencia, restando del 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y proteínas (P). Siguiendo la metodología para carbohidratos, por la diferencia de materia seca (MS-INN) señalada por Collazos et al; (1993).

Usando la fórmula:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (H + C + G + P). \text{ (Ecuación N}^\circ \text{ 6)}$$

b. Análisis microbiológicos:

Determinación de mohos y levaduras: Se realizará en el instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la UNS. (Anexo 10)

3.3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL:

Para nuestra investigación se utilizó el Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR) de orden 2 expresados en Superficie de Respuesta. Se planteó un arreglo factorial completo 2^k , incluido dos puntos axiales y tres puntos centrales ($k=2$) con 11 ensayos en total. Para optimizar la formulación de las galletas tipo cookie.

Tabla 12. Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2^2 , incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central

Variables independientes		$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
x_1	Harina de tarwi	2	3.2	6	8.8	10
x_2	Harina de kiwicha	2	3.5	7	10.5	12

$$\alpha = (2^n)^{1/4} \text{ (Rodríguez y Lemma, 2005)}$$

$$\alpha = 1.4142 \text{ para 2 variables independientes}$$

Tabla 13. Variables dependientes del delineamiento experimental (DCCR) 2²

Análisis	Variables Dependientes (Respuesta)
Análisis fisicoquímicos	-Color instrumental (L, C* y h°) -Textura instrumental (dureza y fracturabilidad)
Análisis sensoriales	- Olor -color -sabor -textura -aceptabilidad general

Se evaluaron 11 tratamientos constituidos por 4 puntos factoriales con (niveles -1 y +1), 4 puntos axiales (nivel $\pm\alpha$ y en 0), punto central (2 variables en el nivel 0) con tres repeticiones. En la Tabla 14 se observa el planeamiento experimental de nuestra investigación.

Tabla 14. Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2²

Ensayos	Harina de tarwi	Harina de kiwicha	Harina de tarwi (%)	Harina de kiwicha (%)
1	-1	-1	3.2	3.5
2	+1	-1	8.8	3.5
3	-1	+1	3.2	10.5
4	+1	+1	8.8	10.5
5	-1,41	0	2	7
6	+1,41	0	10	7
7	0	-1,41	6	2
8	0	+1,41	6	12
9	0	0	6	7
10	0	0	6	7
11	0	0	6	7
Patrón	-	-	-	-

*base para 1 kilogramo de masa

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA MATERIA PRIMA.

4.1.1. Composición porcentual de la harina de trigo:

Los valores de la composición porcentual de la harina de trigo están representados en la Tabla 15

Tabla 15. Composición porcentual (%) de la harina de trigo

Componentes (%)	HARINA DE TRIGO
HUMEDAD	11.81 ±0.62
PROTEÍNA	12.2 ±0.011
CENIZAS	0.62±0.07
GRASA	1.71 ±0.02
CARBOHIDRATOS	74.74
FIBRA (dietética)	1.39±0.2

*Media de 3 repeticiones ±DS

Según la tabla 15, nos muestra el análisis proximal de la Harina de Trigo utilizada la cual obtuvimos un 12.20 % proteína en su composición, que es un valor mayor de 7,0% que recomienda el CODEX Alimentarius 152-1985, (Revisada el 2016). Dado a ser del tipo de harina blanda es pobre en proteína y gluten así como su poca capacidad de absorción de agua la hace ideal para la elaboración de galletas.

Además, contiene un porcentaje de 11.81% de humedad, menor al límite permitido que menciona no exceder a un 15% de humedad, indicado en la N.T.P. 205.027:1986. Dado a que la humedad es un factor de calidad de vital importancia ya que valores superiores a estos límites establecidos influyen en la conservación del producto siendo un factor de aceleración de reacciones químicas, enzimáticas y crecimiento de microorganismos. (Espinoza y Ludeña, 2017)

La harina de trigo utilizada en esta investigación reportó un 1.71 % de grasa. Datos similares obtuvieron (Arteaga y Silva, 2015), citan que el porcentaje de grasa en la harina de trigo varía en 1 a 2.3%, dependiendo el grado y tipo de extracción. Respecto al contenido de ceniza en la harina de trigo se reportó un 0.62%, No excediendo el límite máximo permitido de 0.64% de ceniza, según la N.T.P. 205.027:1986. Siendo la ceniza una medida importante para la calidad final de la harina, dado a que un exceso de esta presentara coloraciones oscuras (Salas y Haros, 2016)

Se reportó un 74.74 % de carbohidratos en la harina de trigo utilizada en nuestra investigación, Según (Bilbao, 2007) y citado por (Arteaga y Silva, 2015) quienes reportaron que nuestra harina de trigo pastelera contiene entre un 70 y 74 % de carbohidratos en su composición. Para el contenido de fibra de la harina de trigo no debe sobrepasar el 1.5% en su composición, según la N.T.P. 205.027:1986.

4.1.2. Caracterización de harina de Kiwicha.

Los valores de la composición centesimal están representados en la siguiente tabla:

Tabla 16. Composición porcentual de Kiwicha

Componentes	KIWICHA*
HUMEDAD	11.48 ± 0.311
PROTEINA	13.81 ± 0.132
GRASA	7.31 ± 0.53
FIBRA	2.62 ± 0.63
CENIZAS	2.53 ± 0.23
CARBOHIDRATOS	62.21 ± 0.45

*Media de 3 repeticiones ±DS

Según la Tabla 16, se reporta que la harina de Kiwicha utilizada en nuestra investigación se obtuvo un 2.53% Cenizas, también un 11.48 % de Humedad, no sobrepasando los límites máximos permitidos según la normativa de R.M.N° 451-2006/MINSA.

Resultados Similares a los obtenidos se reportan en Tablas Peruanas de composición de Alimentos (2017) y citados por (Pascual y Zapata, 2010), en el caso del contenido de proteínas se obtuvo un 13,09 % un valor elevado debido a las condiciones de siembra y clima que favorece al crecimiento de la kiwicha (Pascual y Zapata, 2010). Respecto al contenido de grasa se obtuvo un 7.3%, datos similares reportados en las Tablas Peruanas de composición de Alimentos (2017) que oscilan entre

de 6,8 – 8% dependiendo del tipo de extracción y variedad de kiwicha, citado por (Brumovsky. y Horianski, 2014).

4.1.3. Caracterización de la harina de Tarwi.

Los valores de la composición centesimal están representados en la siguiente tabla:

Tabla 17. Composición porcentual del Tarwi

Componentes	TARWI*
HUMEDAD	5.51 ± 0.31
PROTEINA	52.33 ± 0.15
GRASA	22.93 ± 0.53
FIBRA	2.64 ± 0.33
CENIZAS	2.43 ± 0.26
CARBOHIDRATOS	14.16 ± 0.45

*Media de 3 repeticiones ±DS

Según la tabla 17 se reporta que la harina de tarwi utilizada en nuestra investigación contiene 2.43 % de cenizas en su composición, valor que cumple con los límites máximos permitidos establecidos según la N.T.P. 205.044:1976 (Revisada el 2016), que especifican para harinas obtenidas a partir de leguminosas el contenido de cenizas no puede exceder de un 5%. También, se obtuvo una humedad de 5.51 %, en la harina de tarwi utilizada en nuestra investigación, valor que cumple con los límites permitidos, según la N.T.P. 205.044:1976 (Revisada el 2016), que señala que para harinas obtenidas a partir de leguminosas no se debe exceder de una humedad de 15%.

Respecto al contenido de grasa se reporta un 26.32 % en nuestra harina de tarwi desgrasada utilizada en esta investigación. Datos similares a lo obtenido por (Arteaga et al, 2015) y es más elevado respecto a lo reportado por (Jacobsen y Mujica, 2006).

Se reporto un 52.33 % proteína en nuestra harina de tarwi, ligeramente mayor a lo obtenido por (Arteaga y Silva, 2015), quienes reportaron un 49.6% de proteínas, debido al tipo, calidad de suelo y condiciones climáticas que se cultiva el tarwi que eleva su contenido nutricional.

También (Arteaga et al. 2015), reporta un 12.90 % de carbohidratos, similares a lo reportado en nuestra investigación, donde se obtuvimos un 14.16 % de carbohidratos. Esto debido al proceso de desamargado ya que el grano de tarwi merma parte de su contenido en carbohidratos solubles.

4.2. PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LA HARINA DE TRIGO.

Las propiedades reológicas de la harina de trigo de nuestra investigación se realizaron en el Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.

4.2.1. Farinografía.

Tabla 18. Características farinográficas de la harina trigo pastelera

Parámetros	Harina de trigo
Contenido de humedad	14.1%
Absorción de agua	56%
Tiempo de desenvolvimiento de la masa	1.17 min
Estabilidad	9.48 min
Índice de tolerancia al mezclado	20 UB

De acuerdo a la tabla 18, tenemos lo siguiente. El contenido de humedad de acuerdo a la “Fichas Técnicas de Alimentos del Servicio Alimentario del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma” es máximo de 15%. Por lo tanto, nuestro contenido de humedad se encuentra dentro del parámetro permitido con un 14.1%. Si la harina tuviera mayor humedad que la del 15% puede tener un aumento de acidez por hidrólisis de las grasas, además el inicio de la hidrólisis de las proteínas del gluten lo que provocaría la pérdida de las propiedades mecánicas de la masa (elasticidad y tenacidad). El resultado de adsorción de agua indica la cantidad de agua necesaria para alcanzar las 500 unidades farinográficas en el amasado en el caso de masa para pan ya que de esta depende la

cantidad de panes que se obtendría por kilo de masa, pero en el caso de las harinas galleteras no llega a las 500 UB. De acuerdo a nuestros resultados vemos que la adsorción de agua llegó hasta las 20 UB. La relación entre la adsorción de agua y tiempo nos indica la máxima consistencia que lograra tener la masa al someterla al trabajo mecánico específicamente. Nuestra masa de harina de trigo pastelera utilizada en nuestra investigación no llegó a los 500 UB, lo que indica que la masa no presenta resistencia y no ofrece fuerza en la absorción de agua; reportándose un 56%. Según lo citado por (Mañaga et al., 2009) y citado por (Arteaga y Silva, 2015) mencionan, que se necesita de baja cantidad de agua y cortos tiempos en la etapa de mezclado para la elaboración de galletas.

Un aumento en la absorción de agua, después de la incorporación de concentrados de proteínas en la elaboración de galletas ha sido reportado por otros investigadores debido a su capacidad de competir por el agua con otros constituyentes de la masa. (Espinoza y Ludeña, 2017).

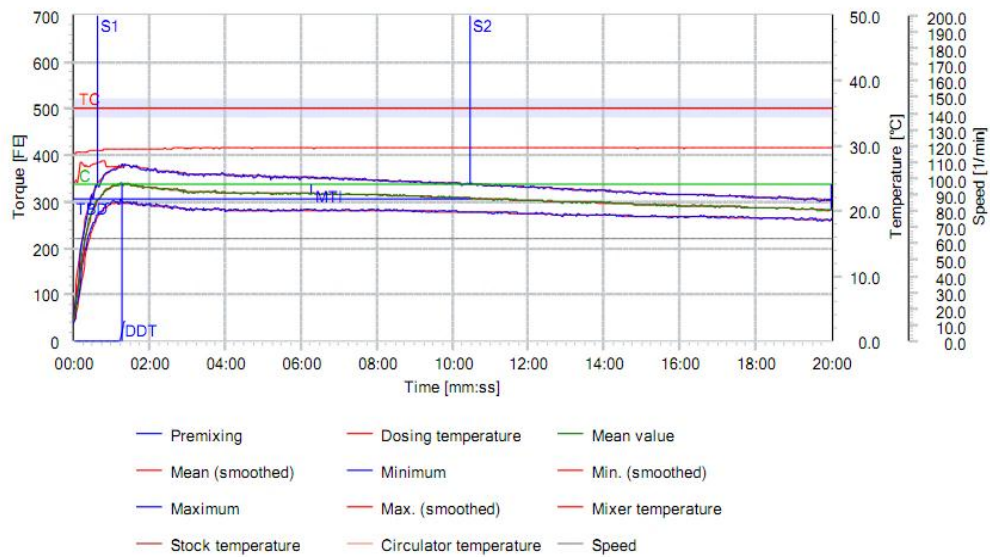


Figura 7. Farinograma de la Harina de trigo pastelera

En la Figura 7 el farinograma reporta el tiempo de estabilidad de nuestra masa de 9 minutos y 48 segundos (limitado por las líneas S1 y S2 respectivamente) donde se alcanza la consistencia máxima de la masa, la cual conserva durante los tiempos mencionados y al cabo del cual se pierde la tenacidad y extensibilidad. Por el tipo de harina usado, el tiempo de caída o debilitamiento de la masa es de tiempo regular, ya que la harina de trigo para elaboración de pan tarda entre 10 y 20 minutos en sufrir este debilitamiento. Según (Arteaga y Silva, 2015) y se encuentran en los límites (Absorción de agua no mayor a 59%, el tiempo de desarrollo no sobrepase los 2.5 min y la estabilidad sea menor a 12 minutos para que nuestra harina sea apta para la producción de galletas. Según Magaña et al. (2012) afirma que las harinas para la elaboración de nuestras galletas son de fuerza baja debido a que estos no superan el límite de 500 UB como se mencionó anteriormente.

4.2.2. EXTENSOGRAFÍA.

Tabla 19. Características extensográficas de la harina trigo pastelera

Parámetros	Harina de trigo		
	30 min **	60 min **	90min **
Energía [cm ²]	80	94	79
Resistencia a la extensión [UB]	286	341	310
Resistencia Máxima [UB]	372	435	411
Extensibilidad [mm]	157	163	155
Número proporcional	1.8	2.1	2.0
Número proporcional máximo	2.4	2.7	2.7

Respecto a la longitud de la curva se reportó en la tabla 18 los valores de 155 mm, 157 mm y 163 mm, en los tiempos de fermentación de 90, 30 y 60 minutos. Los datos reportados muestran que la tendencia de la masa es mayor y no presenta resistencia a estirarse sin romperse siendo lo suficientemente estable para conservar su forma después de ser moldeado en la etapa de la fermentación del horneado, lo que demuestra que nuestra harina de trigo pastelera está dentro de los rangos indicados para la elaboración de galletas cookie. Según lo reportado por Bravo y Ortega, (2017), menciona que la extensibilidad de la harina de trigo se encuentra entre 120 y 160 cm y el área no debe exceder a los 100 cm².

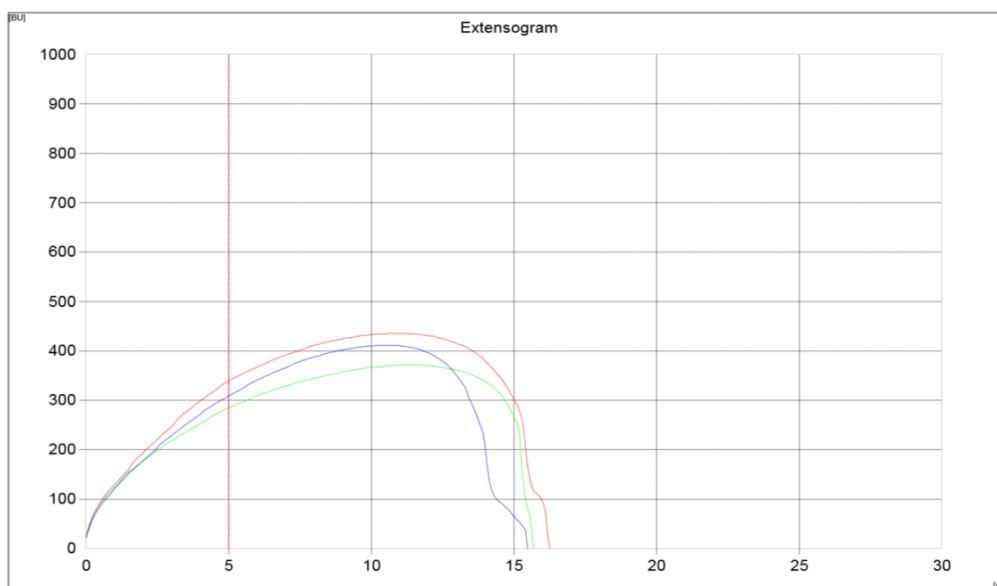


Figura 8. Extensograma de la Harina Pastelera

Según la figura 8 se observa el comportamiento de tiene la masa, respecto a su extensibilidad (cm) y resistencia o tenacidad (Unidades Brabender-UB); para los parámetros de tiempos de fermentación de 30 min (color verde), 60 min (rojo) y 90 min (azul).

Según el extensograma se demuestra que la harina de trigo pastelera utilizada en nuestra investigación no alcanzo los 500 UB, lo cual indica que nuestra masa no ofrece fuerza y no es resistente. Reportando a un extensograma adecuado para una harina de trigo apta para producir galletas tipo cookie. Además, cabe mencionar que la adición de harinas cuyas proteínas no son formadoras de gluten, como es el caso de la harina tarwi y kiwicha, tiende al debilitamiento de la mezcla y, en consecuencia, darán como resultado una disminución en el tiempo de desarrollo.

4.2.3. Amilografía.

Tabla 20. Características amilográficas de la harina trigo pastelera.

Parámetros	Harina de trigo
Humedad	14.1 %
Peso de la muestra	(80.1g / 449.9 ml)
Inicio de gelatinización	64.8° C
Temperatura de gelatinización	87. 7° C
Máxima gelatinización	1377 AU

Fuente: AMILOGRAFO-E de Brabender®, Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.

En la tabla 20 se reporta que nuestra harina de trigo galletera utilizada en nuestra investigación, a una temperatura de 64.8°C inicia la gelatinización luego de 22 minutos de iniciado el método. Y alcanzo su máximo nivel viscosidad de gelatinización en 60 minutos a una temperatura de 87.8 °C con un valor de 1377 AU.

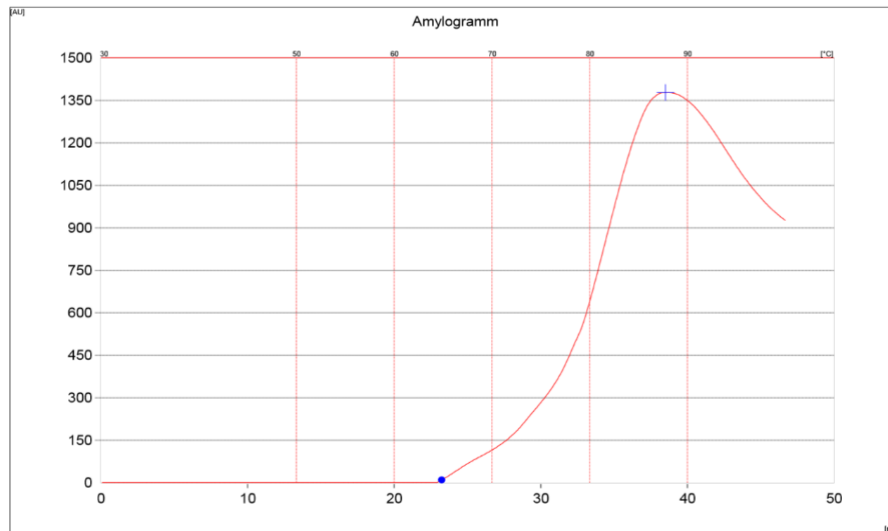


Figura 9. Amilograma de la harina de trigo pastelera

Según la figura 9 se expresa el amilograma que tiene expresado al tiempo (eje de las abscisas) en función a la viscosidad (eje de las ordenadas) para nuestra harina de trigo empleada en nuestra investigación. Así como también el pico de máxima gelatinización de 1377 AU.

4.3. COMPUTO QUÍMICO:

Se determinó el score químico de nuestras formulaciones con los niveles de sustitución de harina de kiwicha y harina de tarwi, partiendo como referencia el patrón de los aminoácidos esenciales expresados en (mg AA/gN) según la FAO/OMS/UNU (2007).

Los resultados se reportan en la tabla 21. Siendo estos valores como cálculos teóricos, partiendo de los datos obtenidos en la composición de aminoácidos de nuestra Harina De Kiwicha y Harina De Tarwi utilizadas en nuestra investigación según la FAO/OMS/UNU (2007).

Tabla 21. Cómputo Químico de los ensayos del planeamiento experimental.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FORMULACIONES (%)	HARINA DE TRIGO	95.0	88.0	88.0	80.0	91.0	83.0	93.0	83.0	88.0	88.0	88.0
	HARINA DE KIWICHA	3.5	3.5	10.5	10.5	7.0	7.0	2.0	12.0	7.0	7.0	7.0
	HARINA DE TARWI	3.2	8.8	3.2	8.8	2.0	10.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
SCORE QUIMICO (mg AA/gN)	Isoleucina	362.4	458.3	358.1	510.4	342.4	506.9	383.0	432.8	404.3	404.3	404.3
	Leucina	595.0	653.2	627.2	745.7	591.0	719.1	583.0	694.6	639.2	639.2	639.2
	Lisina	351.3	468.9	372.8	579.6	333.0	556.5	357.7	481.4	417.1	417.1	417.1
	Met + Cis	310.3	379.0	290.2	386.5	292.0	396.0	337.1	333.0	331.2	331.2	331.2
	Fem + Tir	597.1	624.3	648.0	730.2	603.5	692.6	566.2	702.1	637.0	637.0	637.0
	Treonina	306.0	401.4	303.7	456.7	286.5	451.9	325.1	379.3	348.7	348.7	348.7
	Triptofano	92.8	112.8	90.9	121.8	88.4	121.9	97.9	105.8	101.0	101.0	101.0
	Valina	369.9	450.7	365.8	493.5	353.0	491.0	387.7	428.3	404.9	404.9	404.9

*Fuente: WHO/FAO/UNU, 2007. Categoría niños (6-12 años).

Se observa en la Tabla 21; a nuestras formulaciones como deficiente en lisina e identificándolo como el aminoácido esencial limitante, pero nuestras formulaciones sobrepasan el mínimo de 275 (mg AA/gN) para niños en edad escolar recomendado por la (FAO/OMS, 2007).

Nuestras formulaciones no mostraron deficiencia de aminoácidos esenciales, Corroborando que los valores exceden el límite mínimo de (mg AA/gN) para niños en edad escolar recomendado por la (FAO/OMS, 2007).

La sustitución de harina de kiwicha y tarwi favorece a las deficiencias del trigo en proteína y aminoácidos esenciales como la lisina para las demandas requeridas en niños. La lisina y los aminoácidos esenciales (cisteína / cistina, metionina) son elevados en la harina de kiwicha y harina de tarwi favoreciendo el crecimiento del niño, Mencionado por (Campbell, 1997).

4.4. EVALUACIÓN EN LAS GALLETAS TIPO COOKIE:

4.4.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS EN LAS GALLETAS:

A. TEXTURA INSTRUMENTAL:

Tabla 22. Datos de dureza y fracturabilidad para todas las formulaciones:

Ensayos	Harina de tarwi	de Harina kiwicha	de Harina de tarwi (%)	de Harina de kiwicha (%)	Dureza (N)	fracturabilidad
1	-1	-1	3.2	3.5	47.232 ± 059	6.093 ± 0.809
2	+1	-1	8.8	3.5	30.012 ± 052	9.524 ± 0.043
3	-1	+1	3.2	10.5	26.718 ± 009	12.505 ± 0.201
4	+1	+1	8.8	10.5	11.708 ± 005	16.631 ± 0.073
5	-1,41	0	2	7	45.592 ± 008	7.603 ± 0.054
6	+1,41	0	12	7	20.855 ± 049	15.269 ± 0.098
7	0	-1,41	6	2	40.232 ± 059	10.103 ± 0.899
8	0	+1,41	6	12	17.342 ± 009	17.821 ± 0.501
9	0	0	6	7	24.904 ± 032	15.509 ± 0.300
10	0	0	6	7	25.004 ± 022	15.018 ± 0.010
11	0	0	6	7	25.014 ± 002	15.492 ± 0.299
Patrón	-	-	-	-	27.108±0.05	15.592 ± 0.195

fuentes: Elaboración propia

La textura es de gran importancia en la aceptabilidad de los alimentos de pastelería y galletería. Incluye un número de sensaciones físicas diferentes; que dependen de los elementos estructurales de la materia prima y se relacionan con el flujo por la aplicación de una fuerza, la desintegración y la deformación. Los parámetros de textura y dureza son de gran importancia en los estándares de calidad y aceptabilidad general en las galletas cookie. Especialmente la dureza que indica el grado de frescura, mientras que la crujencia es un indicador de la estructura interna y características composicionales citado por (Turcio y Castañeda, et al., 2013).

4.4.1.2. DUREZA

Según (Demonte, 1995), describe a la dureza como la máxima fuerza que se obtiene el primer ciclo de comprensión. Además se relaciona con la fuerza para comprimir el producto y triturarlo entre el paladar la lengua y los molares.

En la tabla 22 se observa los resultados reportados de textura y dureza en nuestras formulaciones, teniendo así valores mínimos 11.708 N a valores máximos de 47.232N y una Formulación control de 27.108 N. Con estos resultados reportados, se obtuvo un modelo matemático predictivo. Los coeficientes de la regresión obtenida (valor-p, valor-t y error estándar) ajustada ($p < 0.05$) apreciados en la tabla 23 para la Dureza de las galletas cookie.

Tabla 23. Coeficiente de regresión para la DUREZA

	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor - t	Valor - p
Media	26.123	1.601	16.309	0.000
X₁	26.138	2.822	-9.281	0.000
X₁²	-26.320	4.868	1.046	0.342
X₂	-14.136	2.088	-6.760	0.001
X₂²	3.249	1.960	1.651	0.153
X₁.X₂	1.990	3.771	0.522	0.616

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

En la tabla 23 se aprecia que coeficientes de regresión reportados, de los parámetros de sustitución, X₁ y X₂ (termino lineal), tienen un efecto significativo (p<0.05) para la dureza de las formulaciones elaboradas en la presente investigación.

Tabla 24. ANOVA del estudio de DUREZA en galletas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	de GL	Cuadrados medios	F_{cal}
Regresión	1460.618	5	292.1239	37.3572
Residuos	39.102	5	7.8201	
Total	1499.719	10		

Según lo reportado en la tabla 24 Al realizar el ANOVA para la dureza en nuestras formulaciones, se apreció que el modelo matemático es significativo ya que el $F_{calc} (37.3572) > F_{tab} (5.050)$; y de ser obtenido un $R^2 = 0.971$. Luego de comprobar que la Dureza es estadísticamente significativa, se construyó el modelo matemático predictivo representado en (Ecuación 07), donde se relaciona la dureza estimada en función de X₁ y X₂.

La ecuación obtenida fue:

$$\% \text{ Dureza}_{Dia 0} = 26.138 - 26.320 * X_1 - 26.2309 * X_1^2 - 14.136 * X_2 + 3.249 * X_2^2 + 1.990 * X_1.X_2 \quad (\text{Ecuación 07})$$

Dónde:

X_1 = % harina de tarwi

X_2 = % harina de kiwicha

$X_1 * X_2$ = interacción de % de harina de tarwi y % de harina de kiwicha

En la ecuación 7 se reportó nuestro modelo matemático predictivo para la dureza en función al nivel de sustitución de harina de tarwi y harina de kiwicha en nuestras formulaciones, con lo que podemos construir los resultados mediante las gráficas de contorno y de superficie respuesta (figura 10)

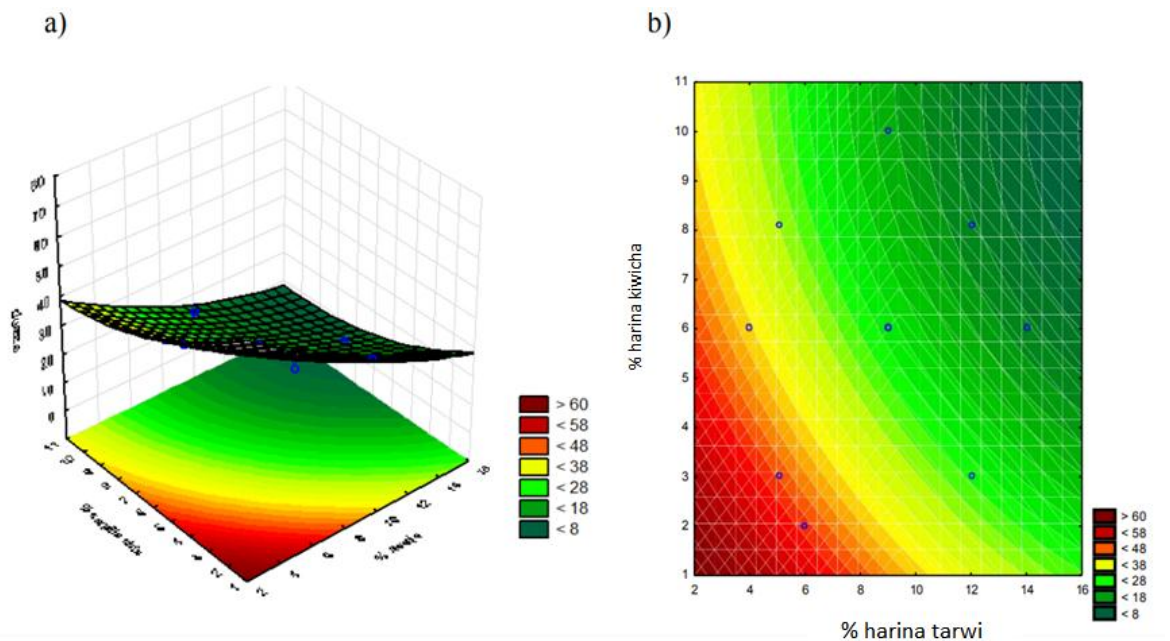


Figura 10. Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el parámetro DUREZA del análisis de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y de harina de kiwicha en las formulaciones.

Como se aprecia En la figura 10, Los tratamientos con menor X_1 y X_2 , presentaron mayores valores de fuerza, y cuando se eleva la cantidad de X_1 la dureza disminuye. Como se aprecia en la gráfica de superficie de respuestas de la figura 10, los niveles óptimos de sustitución para la dureza tienes que estar próximos a la zona de color rojo, donde los valores de (8-10) % X_1 y (6-8) % X_2 . Donde se elige la formulación óptima al F4 con 11.708 N de dureza comparada con un F0 de 27.108 N.

En la figura 11, se comprueba el buen ajuste de los datos obtenidos, mediante los diagramas de linealidad y diagramas de Pareto, se aprecia que el efecto principal (X_2 y X_1) son significativos ($p < 0.05$).

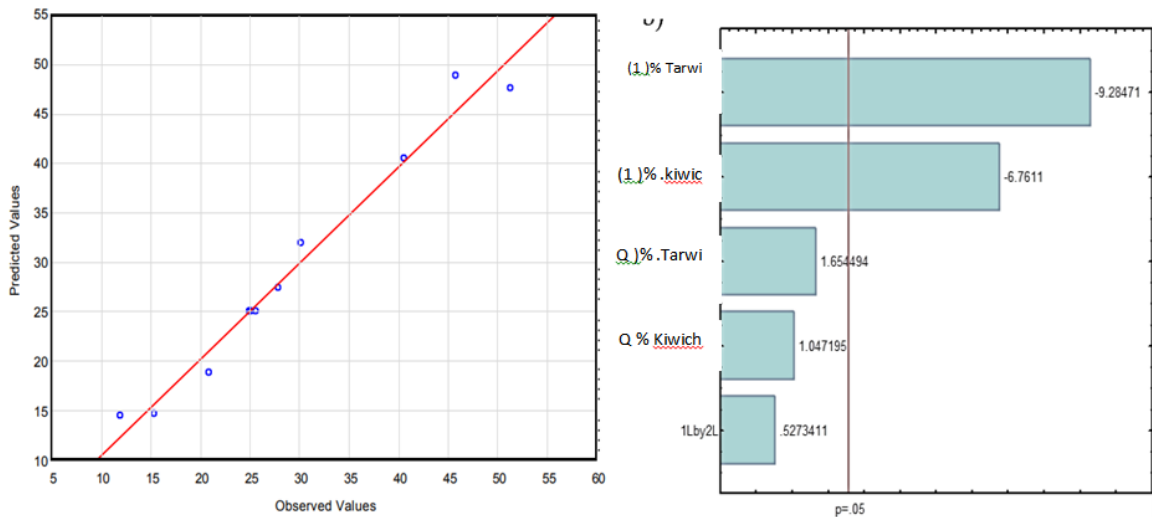


Figura 11. a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos para la respuesta dureza de las galletas tipo cookie.

a) Grafico de linealidad

b) Pareto para el parámetro de Dureza

Donde se comprueba que nuestro modelo matemático se ajusta y es adecuado para predecir el efecto de la Dureza en función al nivel de sustitución de harina de kiwicha y tarwi, como se aprecia en el diagrama de linealidad, ya que los puntos azules (experimentales) no se encuentran dispersos sino que están muy cercanos a la línea (predicha).

4.4.1.3. FRACTURABILIDAD

En la tabla 22 los resultados reportados se observa un mínimo de 6.093 ± 0.809 N y un máximo de 17.821 ± 0.501 N y un valor para la muestra F0 (control) de 15.592 ± 0.195 N.

Tabla 25. Coeficientes de regresión para la FRACTURABILIDAD

	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor - t	Valor - p
Media	14.907	0.631	23.565	0.000
X₁	8.5211	1.157	7.648	0.000
X₁²	-3.9123	1.921	-2.045	0.098
X₂	4.439	0.825	5.382	0.001
X₂²	-2.512	0.771	3.242	0.224
X₁.X₂	1.907	1.493	1.283	0.261

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

Según la tabla 25, se observa que los coeficientes de regresión, para los parámetros evaluados, solo la % harina de tarwi (L) y % harina de kiwicha (L) presentan un efecto significativo con un (p<0.05), para la fracturabilidad de los ensayos realizados.

Tabla 26. ANOVA del estudio de FRACTURABILIDAD en las galletas.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	de GL	Cuadrados medios	F _{cal}
Regresión	160.080	5	32.012	26.240
Residuos	6.092	5	1.213	
Total	166.181	10		

En la tabla 26, se reportó que el modelo matemático es estadísticamente significativo ya que $F_{\text{calc}} (26.240) > F_{\text{tab}} (5.050)$. Donde obtuvimos nuestro modelo matemático de la fracturabilidad en función a los niveles de sustitución de harina de kiwicha y tarwi realizado en nuestros ensayos. Los cuales son representados en la ecuación 08.

La ecuación obtenida fue:

$$\% \text{ Fracturabilidad} = 14.907 + 8.5211 * X_1 - 3.9123 * X_1^2 + 4.439 * X_2 - 2.512 * X_2^2 + 1.907 * X_1 * X_2 \text{ (ecuación 08)}$$

Dónde:

X_1 = % harina de tarwi

X_2 = % harina de kiwicha

$X_1 * X_2$ = interacción de % harina de tarwi y % de harina de kiwicha

La ecuación 08 obtuvo un $R^2 = 0.9633$ con lo cual nos permite construir e interpretar mediante gráficos de superficie respuesta y de contorno como se muestra en la figura 12.

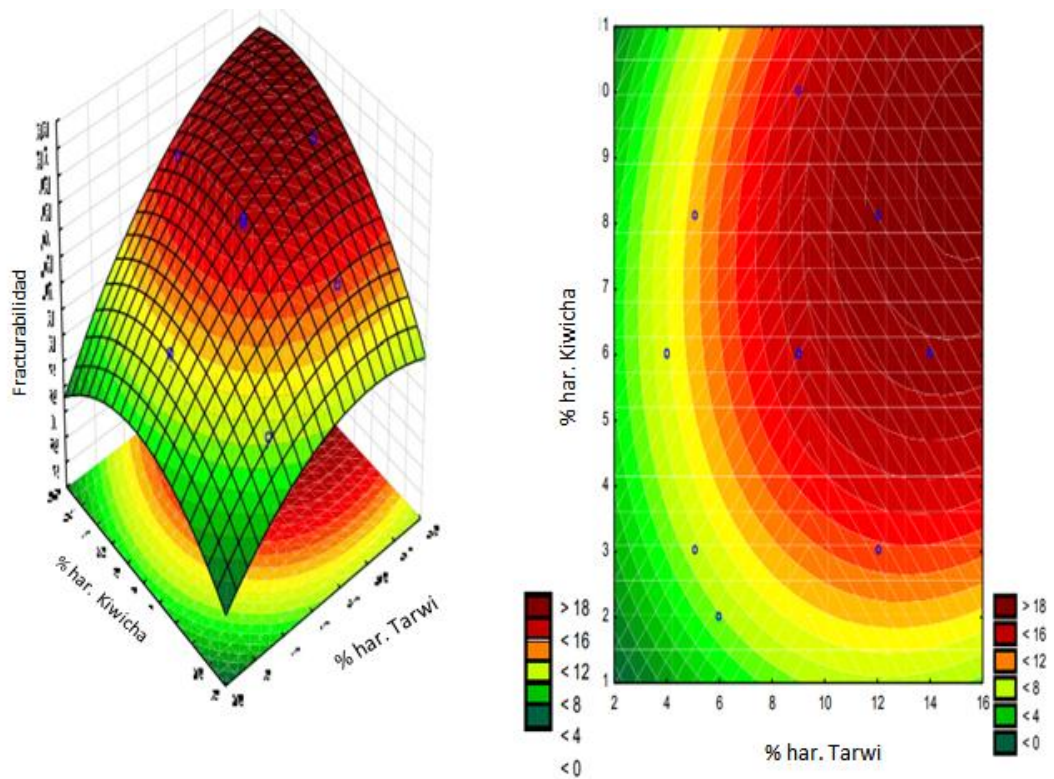
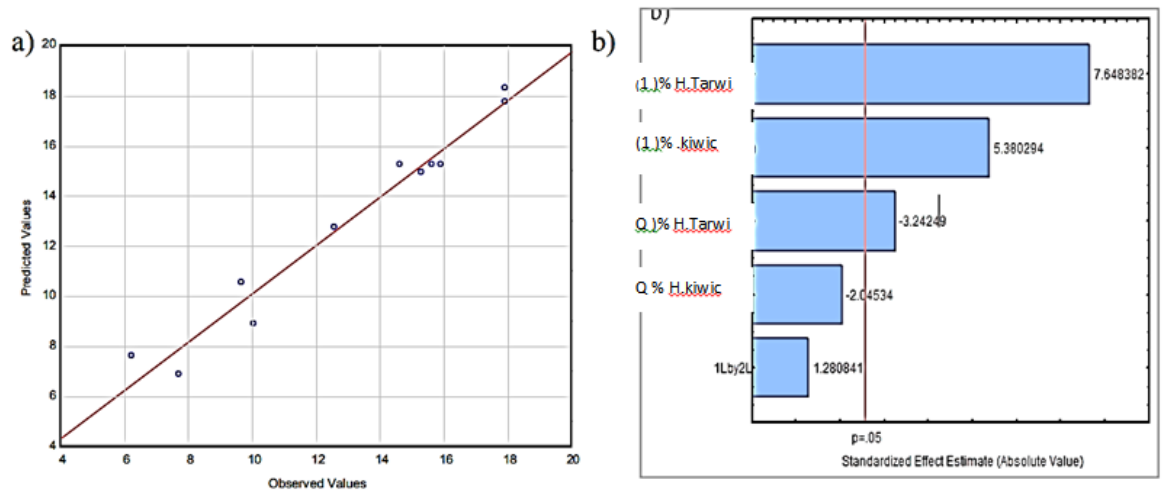


Figura 12. Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el parámetro fracturabilidad del análisis de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y de harina de kiwicha en las formulaciones.

Según la figura 12, los tratamientos con sometidos a mayor nivel de sustitución en X_1 y X_2 se valores adecuados, para encontrar el punto óptimo; mediante nuestras gráficas de superficie de contorno el nivel óptimo debe estar entre la cantidad de sustitución entre un 8 a 10 % de X_1 y 10- 12 % de X_2 respectivamente. Donde la F4 se elige como la mejor formulación para fracturabilidad con 16.631 ± 0.073 N comparado a la formulación control de 15.592 ± 0.195 N.

Según la figura 13, se comprueba que el ajuste de nuestros ensayos experimentales son adecuados, así como se corroboró en el ANOVA reportado en la tabla 26, se reportó que los efectos principales de (%*harina de tarwi*) y (%*harina de kiwicha*) fueron significativos con un ($p < 0.05$), comprobándolo mediante nuestro diagrama de Pareto



a) Gráfico de linealidad

b) Pareto para el parámetro de Dureza

Figura 13. a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos para la respuesta Fracturabilidad de las galletas tipo cookie.

También, la figura 13 muestra nuestro diagrama de Pareto, donde se observa que los niveles de sustitución de harina de kiwicha (termino lineal y cuadrático) y niveles de sustitución de harina de tarwi (termino lineal) tienen efectos significativos. Con respecto al gráfico de linealidad los puntos no se encuentran dispersos a la línea divisora, por lo tanto, el modelo matemático obtenido de fracturabilidad se ajustó los niveles de sustitución de harina de tarwi y harina de kiwicha respectivamente.

B. COLOR INSTRUMENTAL:

La **tabla 27**, presenta los valores obtenidos de luminosidad, cromacidad y ángulo de tonalidad de las galletas; de acuerdo con el planeamiento experimental.

Tabla 27. Análisis color instrumental de las galletas sustituidas con harina de tarwi y harina de kiwicha.

Formulación	Harina de tarwi	Harina de kiwicha	de Harina de tarwi (%)	de Harina de kiwicha (%)	Luminosidad (L)	a	b	Cromacidad (C°)	Angulo de tonalidad (h°)
1	-1	-1	3.2	3.5	59.54	2.842	35.293	35.413	85.401
2	+1	-1	8.8	3.5	66.609	1.454	25.32	25.299	87.332
3	-1	+1	3.2	10.5	60.432	3.013	39.919	39.988	85.512
4	+1	+1	8.8	10.5	70.437	3.091	36.779	36.034	85.001
5	-1,41	0	2	7	66.299	0.231	27.919	27.904	90.523
6	+1,41	0	12	7	64.036	0.123	26.949	26.993	91.612
7	0	-1,41	6	2	66.527	1.493	33.402	34.101	87.518
8	0	+1,41	6	12	61.593	0.399	41.449	42.004	89.883
9	0	0	6	7	59.081	3.449	35.923	36.023	85.923
10	0	0	6	7	61.721	3.445	36.11	36.233	84.993
11	0	0	6	7	61.651	3.442	35.993	35.702	85.232
Patrón	-	-	-	-	50.459	3.809	34.292	40.211	85.392

C. LUMINOSIDAD:

Según (Gonzales, 2011) y citado por (Salvatierra y Azorza, 2017). La luminosidad está asociada a la reacción de Maillard, que se da en la etapa de horneado en la elaboración de galletas cookie. Si los datos de luminosidad son altos lo que indica que una galleta es clara, mientras que si los datos de luminosidad son bajos la galleta presentara un color tenue, cabe mencionar que las coloraciones en las galletas están relacionados con la reacción de Maillard, colorantes naturales y el nivel de sustitución de harina presente en las galletas (Güemes et al., 2009; Visentín et al., 2009).

En la tabla 27 se reportó los resultados de luminosidad obtenidos en nuestros ensayos, con los que se construyó nuestro modelo predictivo, obteniendo los coeficientes la regresión ($p < 0.05$) se observa en la Tabla 28.

Tabla 28. Coeficientes de regresión para la respuesta L^ (luminosidad) en el análisis de colorimetría de las galletas.*

	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor - t	Valor - p
Media	60.515	1.039	57.681	0.000
X₁	-7.589	1.847	-4.108	0.009
X₁²	7.767	3.188	2.441	0.056
X₂	-0.757	1.359	-0.544	0.602
X₂²	2.341	1.282	1.823	0.123
X₁·X₂	1.623	2.469	0.653	0.539

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

En la tabla 28 Los coeficientes de regresión obtenidos demostraron que, solo los niveles de sustitución de la harina de tarwi X_1 (Lineal) tiene efecto significativo ($p < 0.05$), para la luminosidad (L^*) de las formulaciones evaluadas en nuestra investigación. Los valores mayores ($p > 0.05$), no son significativos estadísticamente.

El color más tenue de nuestras galletas con sustitución parcial de harina de tarwi X_1 se debe, a las reacciones de Maillard que tienen lugar en la etapa de Horneado ya que la acción del calor entre proteínas y azúcares reductores, produciendo melanoidinas que reducen la luminosidad de nuestra galleta. Según lo reportado por (Pascual y Zapata, 2010) en la elaboración de galletas con Harina de tarwi, reportando un aumento del color y una disminución de luminosidad obtenido de acuerdo al nivel de sustitución de esta harina en elaboración de galletas. Según los resultados por (López, 2013) muestras como disminuye la luminosidad (L^*) de la galleta al elevar el nivel de sustitución de harina de tarwi en galletas por su alto contenido proteico.

Según la **tabla 29**, se determinó el ANOVA para Luminosidad de nuestras galletas, se obtuvo un modelo matemático estadísticamente significativo ya que se obtiene un $F_{\text{calc}} (6.9058) > F_{\text{tab}} (5.050)$; con un coeficiente de $R^2 = 0.872$.

Tabla 29. ANOVA para luminosidad (L^*) en el análisis de colorimetría de las galletas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	de GL	Cuadrados medios	F_{cal}
Regresión	115.838	5	23.167	6.905
Residuos	16.774	5	3.354	
Total	132.613	10		

Según la ecuación 09, muestra nuestro modelo predictivo para Luminosidad (L^*) estimado en función de la sustitución de harina de tarwi X_1 y sustitución de harina de kiwicha X_2 , que se ajusta a nuestros datos con un $R^2 = 0.872$.

La ecuación obtenida fue:

$$\text{luminosidad } (L^*) = 60.515 - 7.589 * X_1 + 7.767 * X_1^2 - 0.757 * X_2 + 2.341 * X_2^2 + 1.623 * X_1 * X_2 \quad (\text{ECUACION. 09})$$

Dónde:

X_1 = % Harina de tarwi

X_2 = % Harina de kiwicha

$X_1 * X_2$ = interacción de % de Harina de tarwi y % de kiwicha.

También, el (R^2) del modelo matemático para predecir la luminosidad (L^*) en nuestras galletas en estudio ($R^2 = 0.87351$). Mediante la ecuación 09 podemos construir e interpretar nuestros resultados mediante superficie de respuesta y graficas de contorno.

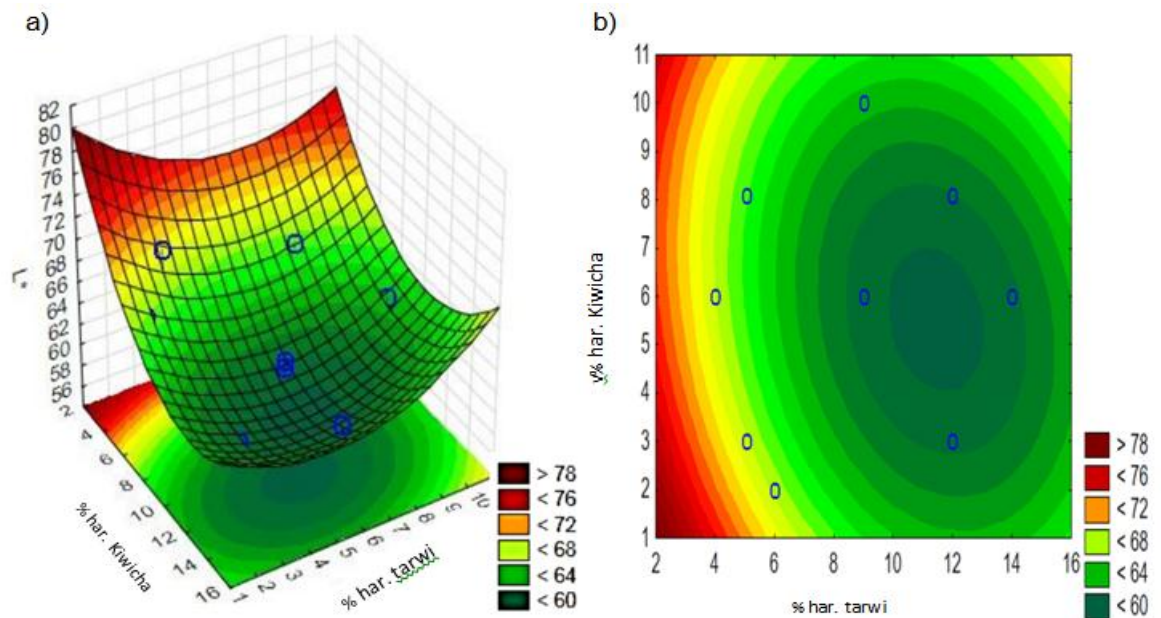


Figura 14. Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el parámetro luminosidad (L^*) del análisis colorimétrico de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y harina de kiwicha en las formulaciones

Según la figura 14, los tratamientos con menor cantidad de X_1 y cualquier cantidad de X_2 disminuye la Luminosidad (L^*), Esto debido a la Reacción de Maillard (Cheftel, 1989.) y citado por (Salvatierra y Azorza, 2017) que tienen lugar en la etapa de amasado y Horneado ya que la acción del calor entre azúcares reductores y proteínas, en nuestras formulaciones donde la coloración se vuelve tenue de manera significativa, donde el valor de L^* disminuye cuando se aumenta el nivel de sustitución de harina de tarwi X_1 .

En la figura 15, se comprueba el efecto significativo de harina de tarwi X_1 para la luminosidad mediante el ajuste de nuestros datos reportados, y elaborando el diagrama de Pareto para Luminosidad (L^*) en función a la sustitución parcial de harina de tarwi y harina de kiwicha en nuestras galletas. Estableciendo como punto óptimo, entre un (8-10) % de X_1 y (8-10) % de X_2 , siendo la F3 la más próxima a estos parámetros.

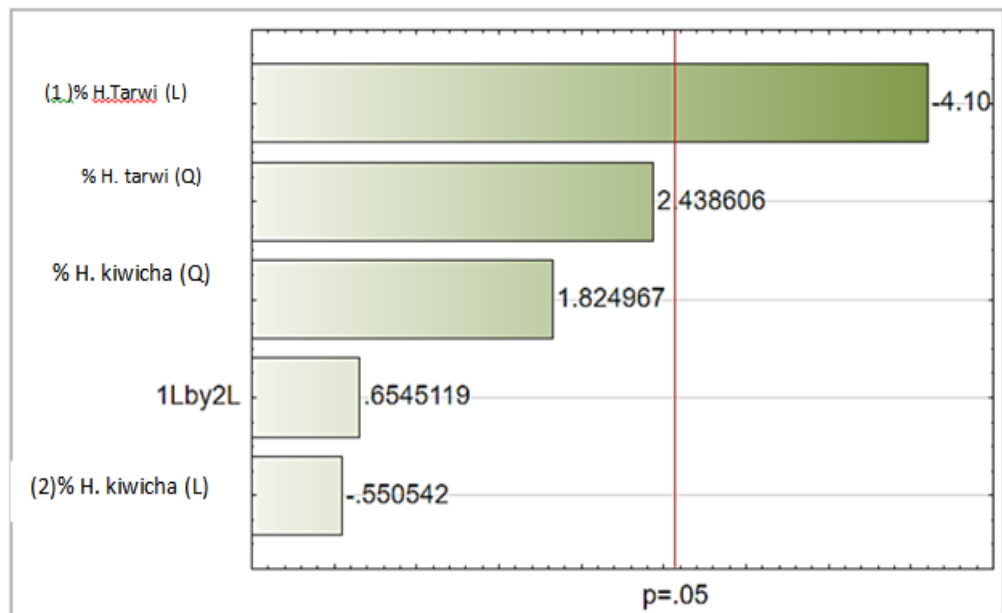


Figura 15. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para Luminosidad (L^*)

D. ÁNGULO DE TONALIDAD

Según lo reportado en la tabla 27, con nuestros datos de h° , reportamos un modelo matemático de Angulo de tonalidad ($^\circ h$) en función a las sustituciones de harina de tarwi y kiwicha en X_1 y X_2 respectivamente, Pero, por un coeficiente de determinación ($R^2=0.611$), reportado no hay diferencias significativas en los efectos.

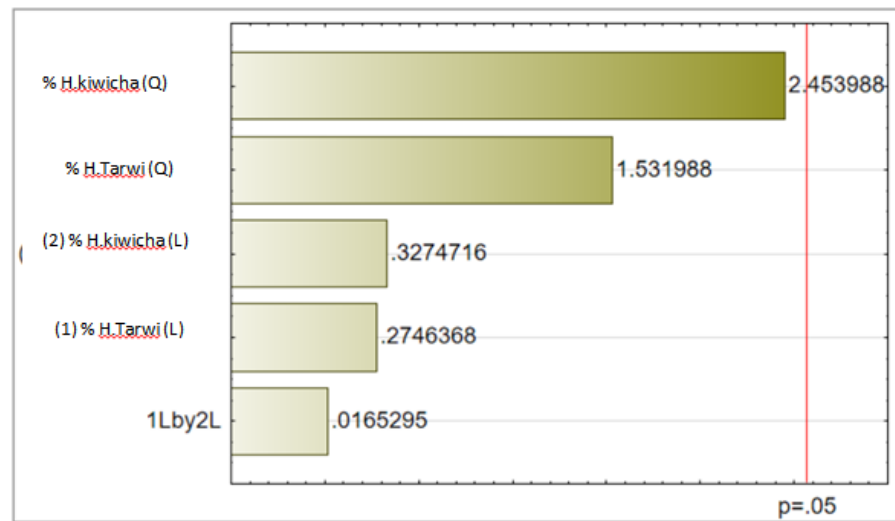


Figura 16. Diagrama de Pareto para Angulo de tonalidad

Como se mencionó y se confirma en nuestro diagrama de Pareto que la sustitución de harina de tarwi y la sustitución de harina de kiwicha, no es estadísticamente significativo para la respuesta de ángulo de tono (h).

En la tabla 30, nuestro modelo matemático predictivo no es estadísticamente significativo dado que $F_{\text{calc}} (1.5751) < F_{\text{tab}} (5.050)$ ya que ninguna de las sustituciones empleadas en nuestra investigación va a influenciar en el Ángulo de tonalidad (h°) de nuestras formulaciones.

Tabla 30. ANOVA para Ángulo de tono (h) en el análisis de colorimetría de las galletas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	de GL	Cuadrados medios	F _{cal}
Regresión	37.491	5	7.491	1.569
Residuos	23.799	5	4.757	
Total	61.301	10		

Dado que no existe diferencia significativa en nuestras sustituciones para el Angulo de Tonalidad en nuestras galletas no se puede establecer un modelo matemático ni construir una superficie respuesta. Datos similares reportan (Salvatierra y Azorza, 2017) donde las formulaciones con sustitución de harina de trigo con aceite de tarwi, semillas de chía y azúcar rubia presentaron una coloración más intensa amarillo en todas sus formulaciones estudiadas.

E. CROMATICIDAD:

La intensidad de color que tiene un producto de panificación y galletería, es uno de los parámetros de calidad más importantes dado que influye en la intención de compra del consumidor (Lía y Yesica, 2014).

Según lo reportado en la tabla 27, donde expresamos la Cromaticidad de nuestras formulaciones estudiadas en nuestras galletas se estableció un modelo matemático predictivo de Cromaticidad (C*) en la superficie de las galletas en estudio.

Tabla 31. Coeficientes de regresión para la respuesta C (Croma) en el análisis de colorimetría de las galletas.*

	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor - t	Valor - p
Media	36.471	1.561	23.341	0.000
X₁	10.725	2.751	3.889	0.011
X₁²	2.331	4.759	0.488	0.640
X₂	-2.872	2.041	-1.412	0.221
X₂²	-5.400	1.911	-2.822	0.031
X₁.X₂	2.132	3.689	0.582	0.591

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

En la tabla 31 se reportan Los coeficientes de regresión para la Cromaticidad en la superficie de nuestras galletas en estudio, donde la sustitución de harina de tarwi X₁ en termino lineal y la sustitución de harina de kiwicha X₂ de termino cuadrático son estadísticamente significativos (p<0.05). Con un coeficiente de determinación de (R² = 0.861).

En la tabla 32 se reportó nuestro análisis de varianza, donde se determinó un modelo matemático predictivo debido a que la respuesta es estadísticamente significativo ya que su F_{calc} (10.722) > F_{tab} (5.050); y de tener un (R²) relativamente alto de 0.861.

Tabla 32. ANOVA para cromaticidad (C*) en el análisis de colorimetría de las galletas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	de GL	Cuadrados medios	F _{cal}
Regresión	237.989	5	47.601	10.722
Residuos	37.199	5	7.437	
Total	275.201	10		

En la ecuación 10, expresa la CROMATICIDAD (C*) función de la sustitución de harina de tarwi X_1 , y la sustitución de harina de kiwicha X_2 de nuestros datos experimentales.

La ecuación obtenida fue:

$$\text{Cromaticidad (C *)} = 36.471 + 10.725 * X_1 + 2.331 * X_1^2 - 2.872 * X_2 - 5.40 * X_2^2 + 2.132 * X_1 * X_2 \quad (\text{ecuación 13})$$

Dónde:

X_1 = % harina de tarwi

X_2 = % harina de kiwicha

$X_1 * X_2$ = interacción de % de harina de tarwi y % harina de kiwicha

Se construyó la gráfica de superficie de respuesta y la de contorno ya que presenta efectos significativos y un alto coeficiente de determinación como se muestran en la **figura 16**, Donde la región de color rojo se encuentra el nivel óptimo de combinación de harina de tarwi (X_1) y harina de kiwicha (X_2) en función a la Cromaticidad (C*) de la superficie de nuestras galletas.

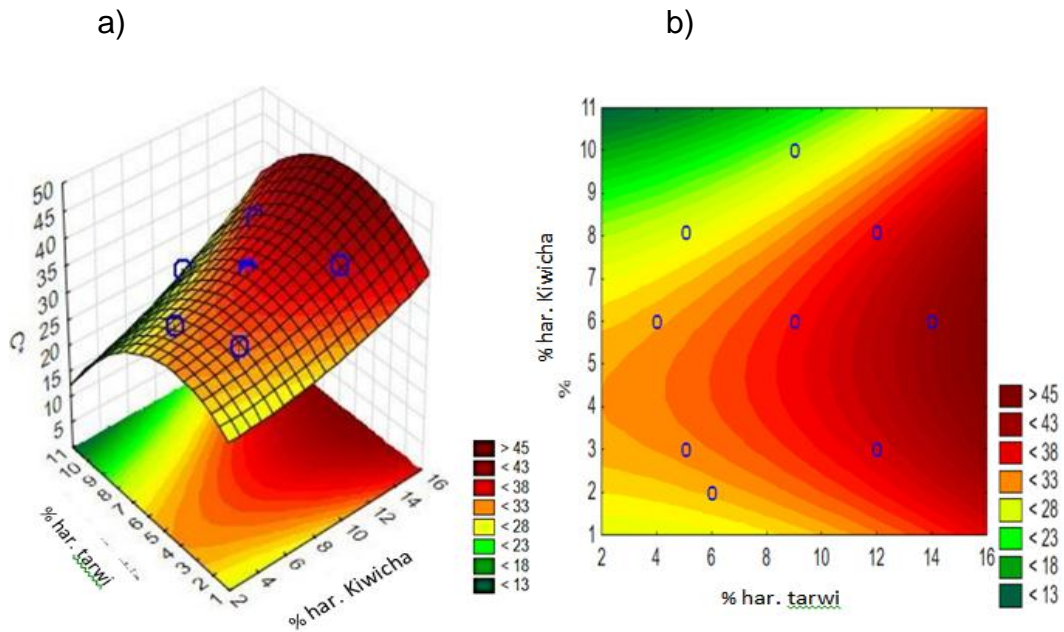


Figura 17. Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el atributo color de superficie de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y harina de kiwicha en las formulaciones

Según la figura 17, los tratamientos sometidos a mayor sustitución de harina de tarwi X_1 y mayor sustitución de harina de kiwicha X_2 da una elevada cromaticidad C^* en las superficies de nuestras galletas, y según a nuestra grafica de contorno el punto óptimo se encuentra en los intervalos de 10-12% de sustitución de harina de tarwi (X_1) y 6-8% de sustitución de harina de kiwicha (X_2), siendo así la F4 la más proxima a esos valores.

Según la figura 18, muestra nuestro diagrama de Pareto donde se aprecia el efecto significativo de la harina de tarwi X_1 termino lineal y también el de la harina de kiwicha X_2 termino cuadrático con un ($p < 0.05$) indicando el ajuste de nuestros datos reportados.

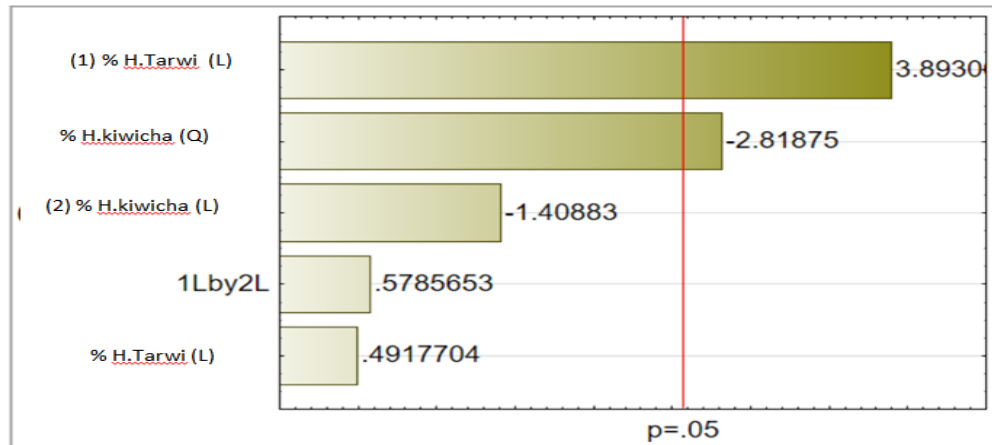


Figura 18. Gráfico de Pareto para el parámetro Cromaticidad (C^*)

Se demuestra en el diagrama de Pareto que X_1 es la variable más significativa comparada a X_2 .

4.4.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DE ATRIBUTOS:

En la tabla 33 se reportan los puntajes promedio de las formulaciones de nuestro diseño experimental en el análisis sensorial. Donde se trabajó con panelistas semi entrenados integrados de 30 jueces, codificando las muestras aleatoriamente, de manera personal y temperatura ambiente (25°C) para la degustación para no afectar el juicio de evaluación.

Tabla 33. Respuestas del análisis de evaluación sensorial de galletas tipo cookie con sustitución parcial de harina de kiwicha y harina de tarwi

N° Exp	% de Sustitución		variables respuesta				
	% H. Tarwi (X ₁)	% H. Kiwicha (X ₂)	olor	color	textura	sabor	acep. General
1	3.2	3.5	4.933	3.933	3.367	4.133	3.750
2	8.8	3.5	4.700	4.800	4.367	4.200	4.283
3	3.2	10.5	4.633	4.300	4.633	4.333	4.483
4	8.8	10.5	5.033	5.233	5.167	5.267	5.217
5	2	7	4.967	5.033	3.700	3.433	3.567
6	12	7	4.967	5.233	4.367	4.667	4.517
7	6	2	4.967	5.100	4.967	5.067	5.017
8	6	12	5.033	5.267	5.100	5.033	5.067
9	6	7	5.067	5.067	4.900	5.133	5.017
10	6	7	4.933	5.100	4.933	5.167	5.050
11	6	7	5.067	4.967	4.800	4.933	4.867

4.4.2.1. OLOR:

En la tabla 33 se reportaron los valores promedio de olor del análisis sensorial de cada formulación de los panelistas semientrenados, variando el puntaje entre 4.633 a 5.067, lo que demuestra que nuestras galletas tienen un olor con gran intensidad y agradables. La escala descriptiva va desde un bajo puntaje, que es un olor poco intenso, a un alto puntaje que sería el que tiene más intensidad de olor (1-7).

Tabla 34. Coeficientes de regresión para la respuesta olor superficie de la evaluación sensorial (día 0)

	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor - t	Valor - p
Media	4.695572	0.251803	18.64779	0.000008
X₁	-0.06444	0.035896	-1.7953	0.132558
X₁²	-0.00216	0.002827	-0.76243	0.480204
X₂	0.134226	0.067989	1.974235	0.105352
X₂²	-0.0135	0.004578	-2.94965	0.031898
X₁.X₂	0.012343	0.00335	3.684559	0.014226

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

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de los factores sobre la respuesta intensidad de olor, presentados en la tabla 32. De acuerdo al análisis del diseño

experimental las variables de concentración X_2 (Q) y la interacción de X_1 y X_2 presentan efectos significativos para el atributo olor de superficie ($p \leq 0,05$).

Tabla 35. ANOVA para el olor de las galletas tipo Cookie (día 0)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F_{cal}
Regresión	0.102387	5.000000	0.102387	13.575972
Residuos	0.037709	5.000000	0.007542	
Total	0.211313	10.000000		

La ecuación obtenida fue:

$$\text{OLOR}_{\text{Día 0}} = 4.696 - 0.064 * X_1 - 0.0022 * X_1^2 + 0.1342 * X_2 - 0.0135 * X_2^2 + 0.01234 * X_1.X_2 \quad (\text{Ecuacion 14})$$

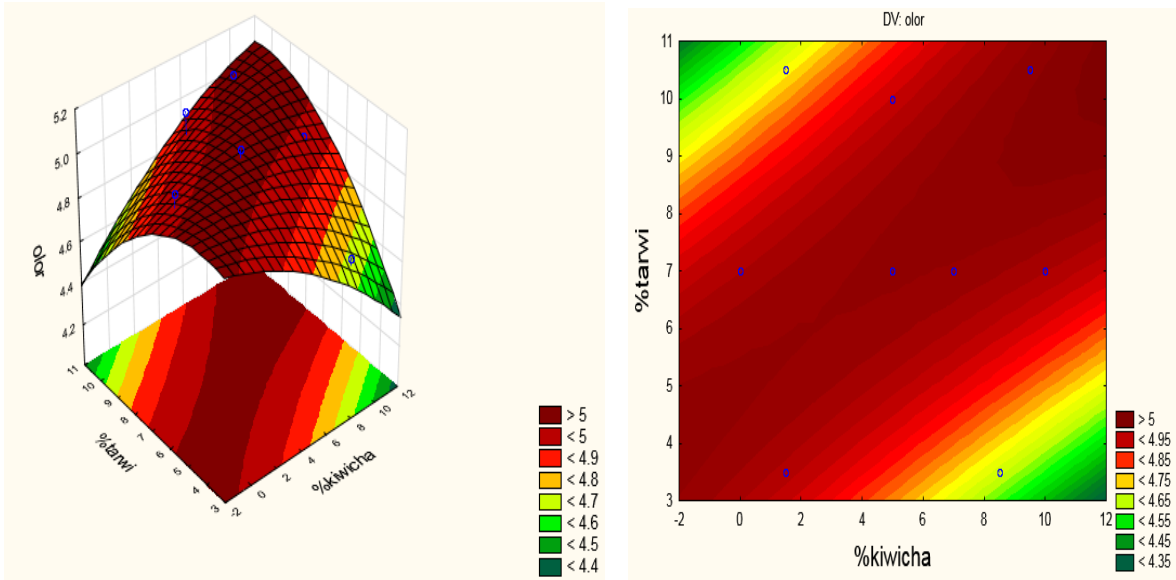
Dónde:

X_1 = % harina de tarwi

X_2 = % harina de kiwicha

$X_1 * X_2$ = interacción de % de harina de tarwi y % harina de kiwicha

Se construyeron superficies de respuesta y graficas de contorno como se muestra en la figura 19. Ya que la sustitución de harina de kiwicha (X_2) presenta efectos significativos y la interacción de harina de tarwi y harina de kiwicha $X_1.X_2$. Con un alto coeficiente de determinación de $R^2=0.82155$



a)

b)

Figura 19. superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el olor de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y harina de kiwicha en las formulaciones (Día 0)

Según la figura 19, Se determinó que los tratamientos con mayor sustitución de harina de tarwi X_1 y sustitución de harina de kiwicha X_2 reportaron los puntajes promedio más elevados en cuanto a Olor, También se observa en las gráficas de contorno que el punto óptimo se encuentra entre 6-10% de harina de kiwicha X_2 y 8-12 % de harina de tarwi X_1 . Siendo la F4 como la mejor al estar más cercano a esos parámetros en nuestra investigación.

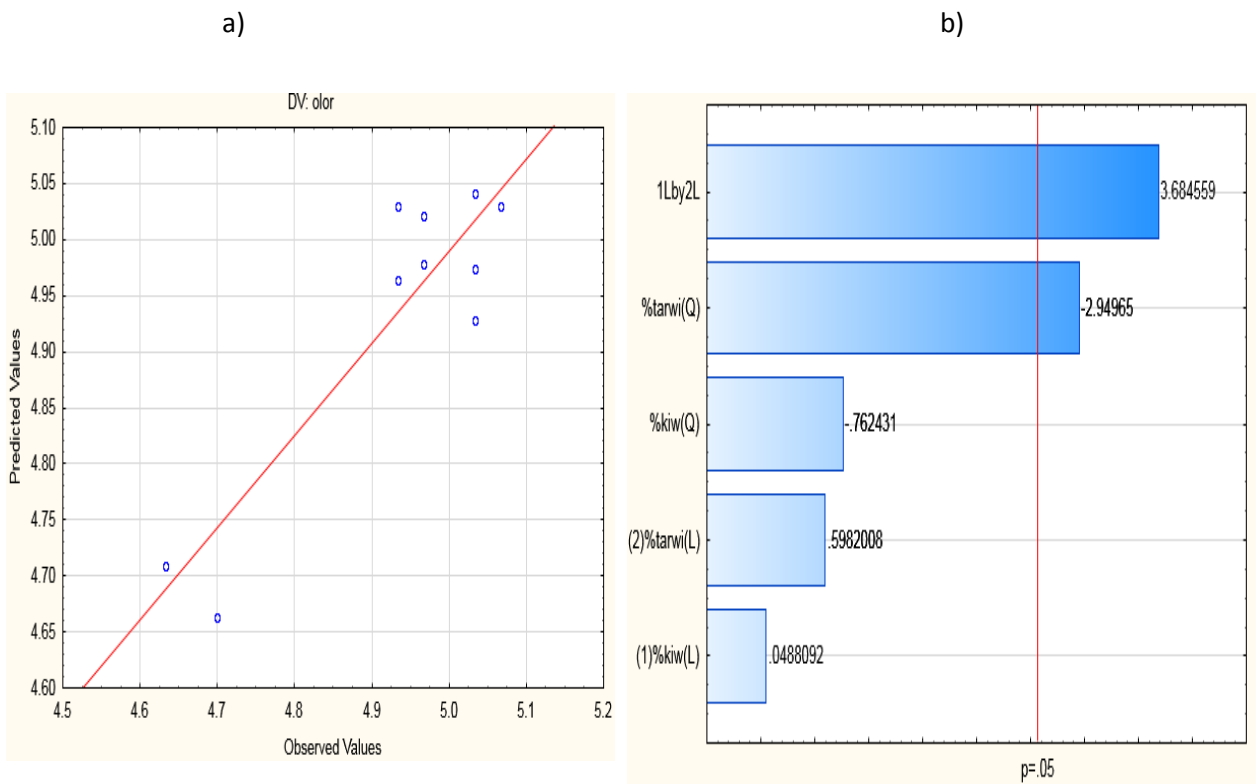


Figura 20. a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos para la respuesta Olor de las galletas tipo cookie.

En la figura 20 se observa a través del diagrama de Pareto que la sustitución de harina de tarwi (termino cuadrático) y la interacción de harinas de kiwicha y tarwi tienen efectos significativos en la respuesta del olor de nuestras galletas elaboradas en nuestra investigación, respecto al gráfico de linealidad se aprecia que los puntos azules (experimentales) está cercano de la línea lo que nos demuestra que nuestra ecuación matemática tuvo un alto coeficiente de determinación (predictivo).

4.4.2.2.COLOR:

En la tabla 33 se reportaron los valores promedio de Color del análisis sensorial de cada formulación de los panelistas semientrenados, variando el puntaje entre 3.933 a 5.267, Siendo la formulación 4 (8.8 % harina de kiwicha y 10.5 % de harina de tarwi) y 8 (5 % harina de kiwicha y 10 % de harina de tarwi) las que presentan mayor aceptación.

Tabla 36. Coeficientes de regresión para la respuesta color de la evaluación sensorial en las galleta tipo cookie (día 0)

	Coeficiente de regresión	Error estándar	Valor - t	Valor - p
Media	5.078252	0.165323	30.71711	0.000000
X₁	0.589933	0.322742	1.827878	0.127114
X₁²	0.190363	0.547059	0.347976	0.742029
X₂	0.505687	0.312809	1.616601	0.166887
X₂²	-1.03224	0.434055	-2.37814	0.063311
X₁.X₂	-0.00069	0.453787	-0.00153	0.998839

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

Según la tabla 36 reportamos los coeficientes de regresión para el color en nuestras galletas en función a los niveles de sustitución de harina de tarwi y kiwicha, no se reportó ningún modelo matemático predictivo ya que ningún nivel de sustitución sobrepasa al (p < 0.05) y es no estadísticamente significativo.

Tabla 37. ANOVA para el olor de las galletas tipo Cookie (día 0)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F _{cal}
Regresión	0.002300	5	0.002670	0.002
Residuos	0.564814	5	0.112963	
Total	1.874343	10		

En tanto el modelo matemático y la superficie de respuesta no fueron consideradas, pues al ignorar los efectos no significativos, el coeficiente de terminación $R^2 = 0.696$

La ecuación obtenida fue:

$$\text{COLOR}_{\text{DIA } 0} = 5.078 + 0.5899 * X_1 + 0.1903 * X_1^2 + 0.5057 * X_2 - 1.03224 * X_2^2 - 0.00069 * X_1 * X_2 \quad (\text{ecuación } 16)$$

Dónde:

X_1 = % harina de tarwi

X_2 = % harina de kiwicha

$X_1 * X_2$ = interacción de % de harina de tarwi y % harina de kiwicha

Dado que no se puede establecer un modelo matemático predictivo ni construir superficies respuesta del color de nuestras galletas en función a la sustitución de harina de tarwi y kiwicha no existe diferencia significativas entre tratamientos. Solo se pudo señalar la ecuación 12 que no es predictivo.

4.4.2.3. TEXTURA

En la tabla 33 se reportaron los valores promedio de la textura del análisis sensorial de cada formulación de los panelistas semientrenados, variando el puntaje entre 3.367 a 5.167, lo que demuestra que nuestras galletas tienen una textura agradable. La escala descriptiva va desde un bajo puntaje, que es me desagrada, a un alto puntaje que sería me agrada mucho (1-7). Siendo la formulación 4 (8.8 % harina de tarwi y 10.5 % de harina de kiwicha).

Según la tabla 38, se obtuvo el coeficiente de regresión para la textura en nuestras galletas, se reportó que el modelo matemático es estadísticamente significativo ya que $F_{calc} (35.75) > F_{tab} (5.050)$.

Tabla 38. Coeficientes de regresión para la respuesta Textura de la evaluación sensorial para galletas cookie (día 0)

	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor - t	Valor - p
Media	4.847062	0.077036	62.9195	0.000000
X₁	0.961318	0.150388	6.39223	0.001388
X₁²	-1.52422	0.254914	-5.97935	0.001875
X₂	1.05485	0.14576	7.23689	0.000786
X₂²	-0.15026	0.202257	-0.74291	0.490943
X₁.X₂	-0.1867	0.211452	-0.88296	0.417683

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

Dado a esto se pudo construir graficas de superficie respuesta y grafica de contorno como se muestra en la figura 21.

Tabla 39. ANOVA para Textura en el análisis sensorial de las galletas cookie

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F _{cal}
Regresión	0.019122	5	0.019122	35.75
Residuos	0.122638	5	0.024528	
Total	3.379596	10		

En la tabla 39 se reporta el ANOVA para la textura del análisis sensorial de las galletas en estudio. Lo cual se pudo obtener nuestro modelo matemático predictivo es adecuado y que se ajusta a los datos, con un alto coeficiente de determinación alto ($R^2=0.9631$).

La ecuación obtenida fue:

$$\begin{aligned}
 \text{TEXTURA (DIA 0)} = & 4.847062 + 0.961318*X_1 - 1.52422*X_1^2 \\
 & + 1.05485*X_2 - 0.15026*X_2^2 - 0.1867 *X_1.X_2 \text{ (ecuación 17)}
 \end{aligned}$$

Dónde:

X_1 = % harina de tarwi

X_2 = % harina de kiwicha

X_1*X_2 = interacción de % de harina de tarwi y % harina de kiwicha

Dado a esto se pudo construir graficas de superficie respuesta y grafica de contorno como se muestra en la figura 21.

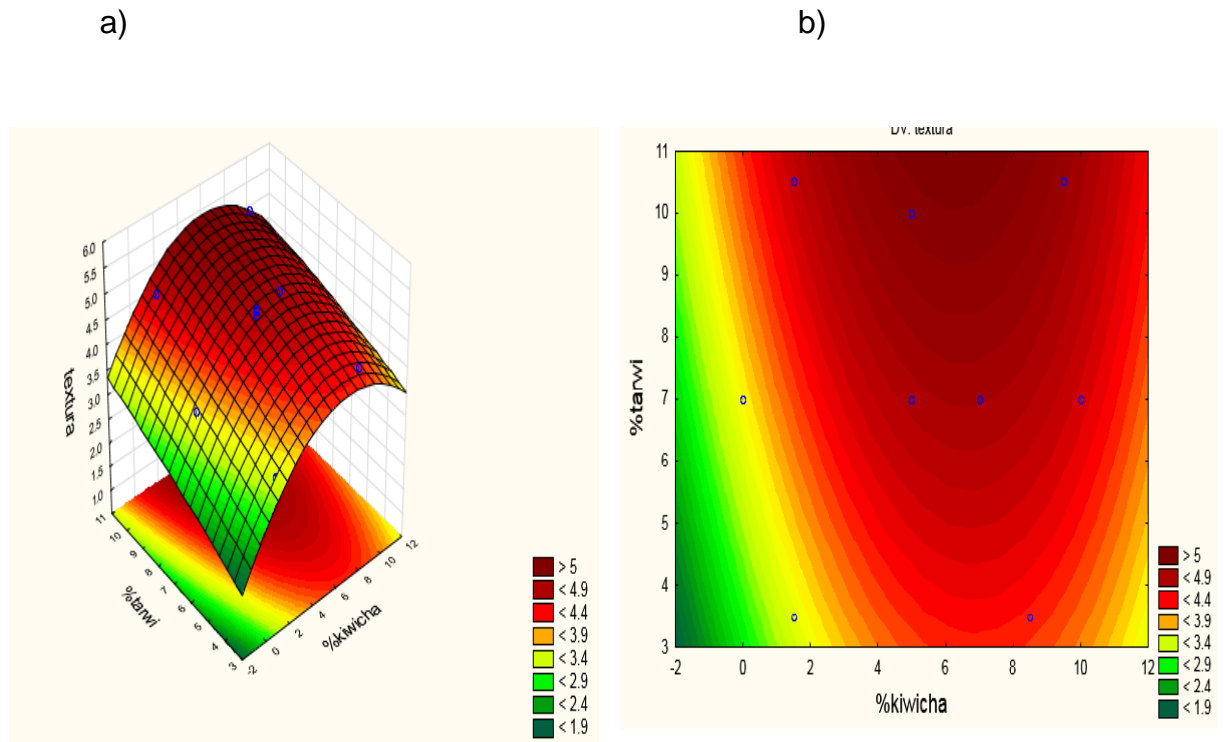


Figura 21. Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para Textura de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y harina de kiwicha en las formulaciones (Día 0).

En la figura 21, se reportó que los tratamientos con mayor sustitución de harina de tarwi X_1 y harina de kiwicha X_2 tuvieron puntajes más altos en la textura sensorial, el punto óptimo se ubica en un intervalo de 6-10% de Harina de tarwi X_2 y 8-12 % de harina de kiwicha X_1 aproximadamente. Siendo la F4 como la mejor ya que se encuentra en dichos intervalos.

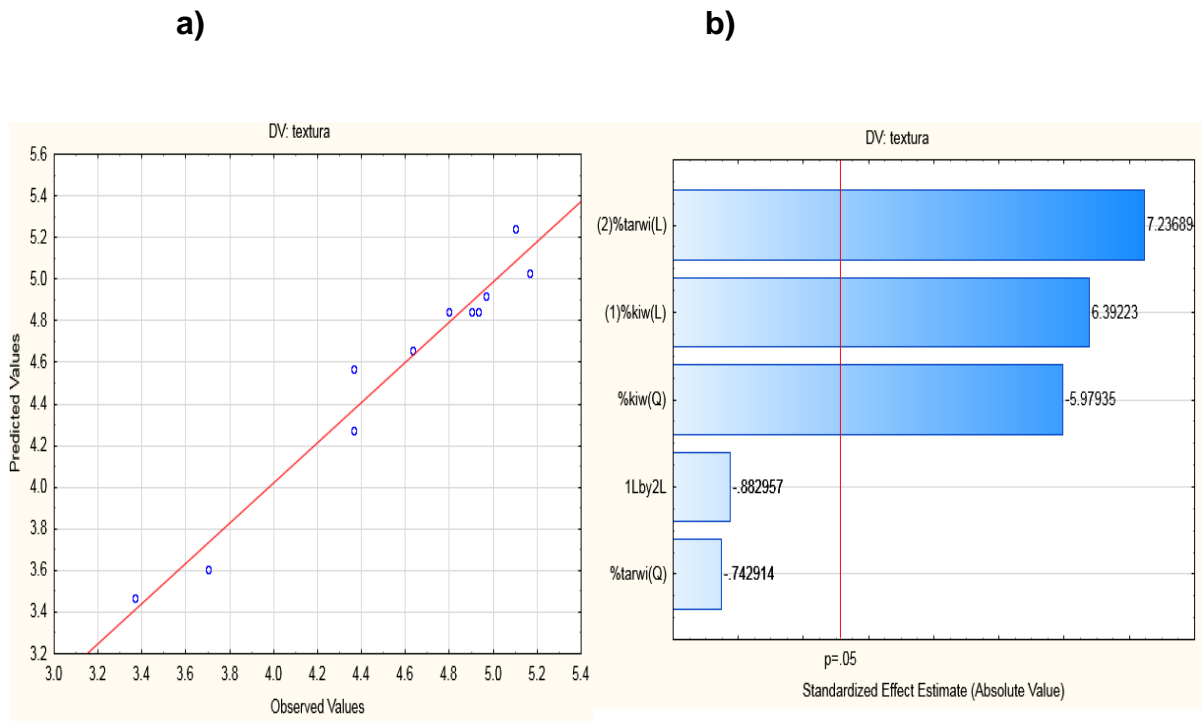


Figura 22. a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos para la respuesta Textura de las galletas tipo cookie.

Según la figura 22 se reportó el diagrama de Pareto para la textura de nuestras galletas donde se aprecia que la sustitución de harina de tarwi X_1 (termino lineal), la sustitución de harina de kiwicha (termino lineal) y (termino cuadrático) son altamente significativos

Y nuestro diagrama de linealidad reportado en la figura 22 es un modelo predice y es adecuado ya que no se encuentra disperso los datos experimentales a la línea del modelo predictivo.

4.4.2.4. SABOR:

En la tabla 33 se reportaron los valores promedio del sabor del análisis sensorial de cada formulación de los panelistas semientrenados, variando el puntaje entre 3.434 a 5.267, lo que demuestra que nuestras galletas tienen un sabor agradables. La escala descriptiva va desde un bajo puntaje, que es me desagrada, a un alto puntaje que sería me agrada mucho (1-7). Siendo la formulación 4 (8.8 % harina de tarwi y 10.5 % de harina de kiwicha) presenta mayor aceptación por parte de los Panelistas.

Tabla 40. Coeficientes de regresión para la respuesta Sabor de la evaluación sensorial en las galleta tipo cookie (día 0).

	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor - t	Valor - p
Media	5.031547	0.081418	61.799	0.000000
X₁	1.019232	0.158943	6.412561	0.001368
X₁²	-1.89382	0.269414	-7.02941	0.000899
X₂	0.613931	0.154051	3.985237	0.010476
X₂²	-0.17581	0.213762	-0.82247	0.448244
X₁.X₂	0.712552	0.22348	3.188441	0.024307

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

En la tabla 40, se reportó el coeficiente de regresión para el sabor en nuestras galletas, donde se observa que el modelo matemático es estadísticamente significativo ya que el F calc (10.16615)> Ftab (5.050).

Donde los términos lineales de harina kiwicha y harina de tarwi y por su parte el término cuadrático de la harina de kiwicha fueron altamente significativos con un ($p < 0.05$). Obteniendo un coeficiente de determinación de ($R^2 = 0.95883$).

Tabla 41. ANOVA para Sabor en el análisis sensorial de las galletas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F _{cal}
Regresión	0.278525	1	0.278525	10.16615
Residuos	0.136986	5	0.027397	
Total	3.327677	10		

En la tabla 41 se reportó el Anova para el sabor en el análisis sensorial de nuestras galletas. Obteniendo un modelo matemático predictivo que se muestra en la **ecuación 14**.

La ecuación obtenida fue:

$$\text{TEXTURA (DIA 0)} = 5.031547 + 1.019232 * X_1 - 1.89382 * X_1^2 + 0.613931 * X_2 - 0.17581 * X_2^2 + 0.712552 * X_1 * X_2 \text{ (Ecuación 18)}$$

Dónde:

X_1 = % harina de tarwi

X_2 = % harina de kiwicha

$X_1 * X_2$ = interacción de % de harina de tarwi y % harina de kiwicha.

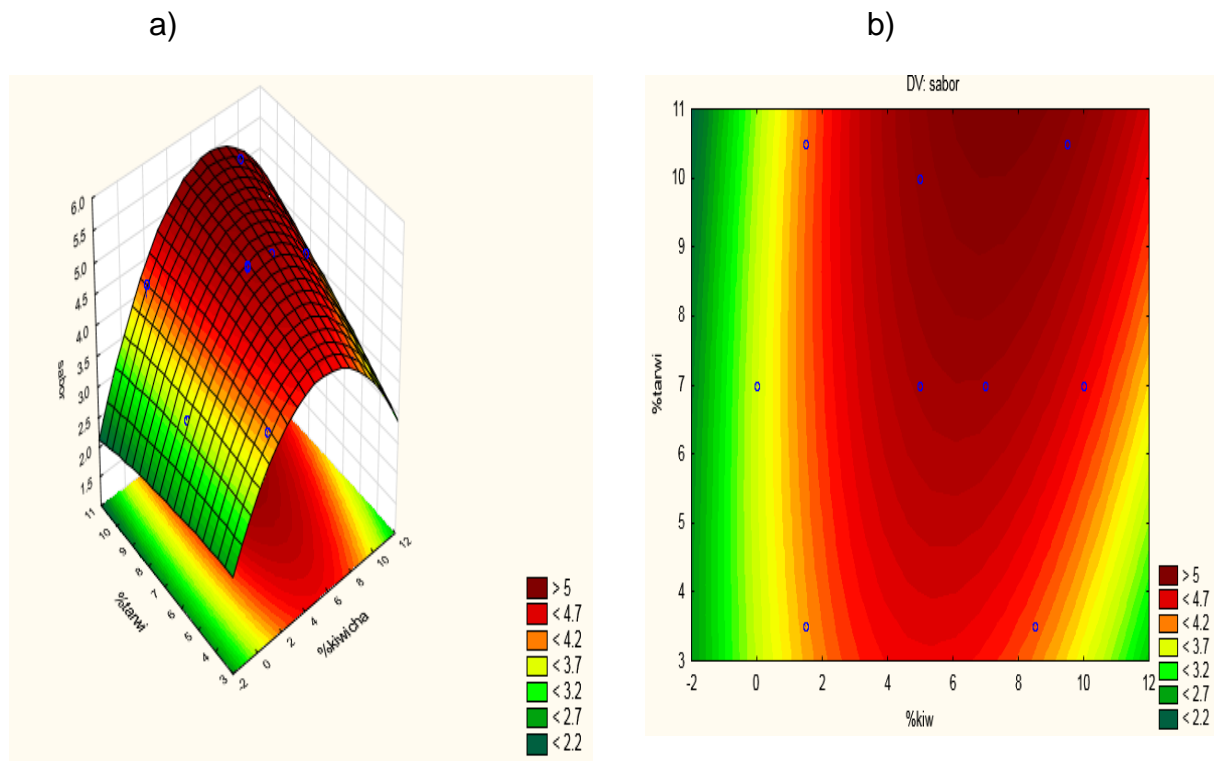


Figura 23. Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para Sabor de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y harina de kiwicha en las formulaciones (Día 0)

En la figura 23, se reportó que los ensayos con mayor sustitución de harina de tarwi X_1 y harina de kiwicha X_2 tuvieron puntajes más altos en el sabor donde se observa que los niveles óptimos de sustitución

Se determinó que las formulaciones con mayor X_1 y X_2 obtuvieron los puntajes más elevados respecto al Sabor, en las gráficas de superficie respuesta el óptimo se encuentra en un intervalo de 6-10% de harina de tarwi X_1 y 8-12 % de harina de kiwicha X_2 aproximadamente. Siendo la F4 como la que se adecua más a estos intervalos.

1

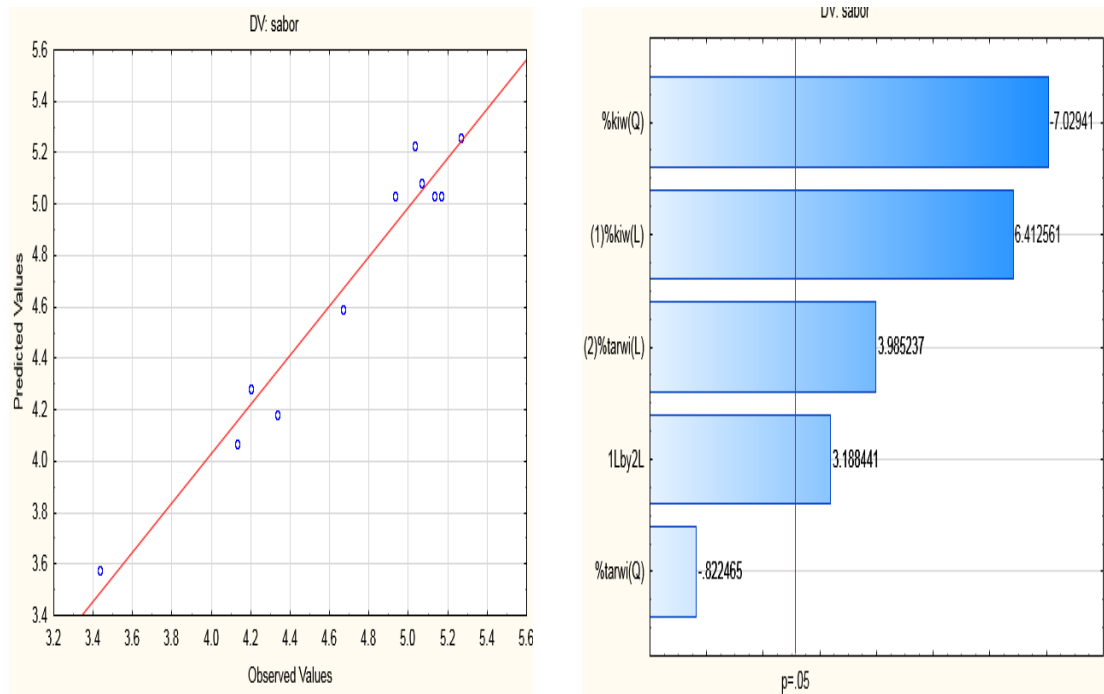


Figura 24. a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos para la respuesta Sabor de las galletas tipo cookie.

Mediante el diagrama de Pareto se puede demostrar que el modelo matemático es adecuado, ya que en el diagrama de linealidad (**figura 24-a**), los puntos azules (experimentales) no se encuentran dispersos y están cercanos de la línea (predictiva).

Para nuestro diagrama de Pareto (**figura 24-b**), sustitución de harina de tarwi X_1 (termino lineal), sustitución de harina de kiwicha X_2 (termino lineal) tienen efectos significativos, también que la sustitución de harina de kiwicha X_2 (termino cuadrático) también es altamente significativo y la interacción de X_1 y X_2 .

4.4.2.5. ACEPTACIÓN GENERAL:

En la tabla 33 se reportaron los valores promedio de la Aceptación general del análisis sensorial de cada formulación de los panelistas semientrenados, variando el puntaje entre 3.750 a 5.217, lo que demuestra que nuestras galletas tienen un sabor agradables. Siendo la formulación 4 (8.8 % harina de tarwi y 10.5 % de harina de kiwicha) presenta mayor aceptación por parte de los Panelistas.

Tabla 42. Coeficientes de regresión para la respuesta Sabor de la evaluación sensorial en las galleta tipo cookie (día 0)

	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor - t	Valor - p
Media	4.939305	0.056883	86.83235	0.000000
X₁	0.990275	0.111047	8.917644	0.000295
X₁²	-1.70902	0.188228	-9.07952	0.000271
X₂	0.834391	0.107629	7.752463	0.000571
X₂²	-0.16304	0.149347	-1.09166	0.32477
X₁.X₂	0.262924	0.156136	1.683948	0.153011

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

En la tabla 42, se reportó el coeficiente de regresión para la aceptación general en nuestras galletas, se comprobó que tuvieron efecto significativo (p<0.05) los términos lineales de harina kiwicha y harina de tarwi y por su parte el termino cuadrático de la harina de kiwicha fue altamente significativo. Con un coeficiente de determinación de (R²=0.9786).

Tabla 43. ANOVA para ACEPTACION GENERAL en el análisis sensorial de las galletas cookie

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F _{cal}
Regresión	0.803739	1	0.803739	10.100687
Residuos	0.066866	5	0.013373	
Total	3.125051	10		

Según la Tabla 43, reportamos que nuestro modelo matemático es significativo estadísticamente con un que F_{calc} (10.100687) > F_{tab} (5.050). Construimos un modelo predictivo ajustado (**Ecuación 15**)

La ecuación obtenida fue:

$$\text{TEXTURA (DIA0)} = 4.939305 + 0.990275 * X_1 - 1.70902 * X_1^2 + 0.834391 * X_2 - 0.16304 * X_2^2 + 0.262924 * X_1 * X_2 \text{ (Ecuacion 19)}$$

Dónde:

X_1 = % harina de tarwi

X_2 = % harina de kiwicha

$X_1 * X_2$ = interacción de % de harina de tarwi y % harina de kiwicha

Dado a esto se pudo construir graficas de superficie respuesta y grafica de contorno respectivamente para la ACEPTACIÓN GENERAL en función a la sustitución de harina de tarwi y kiwicha como se muestra en la figura 25.

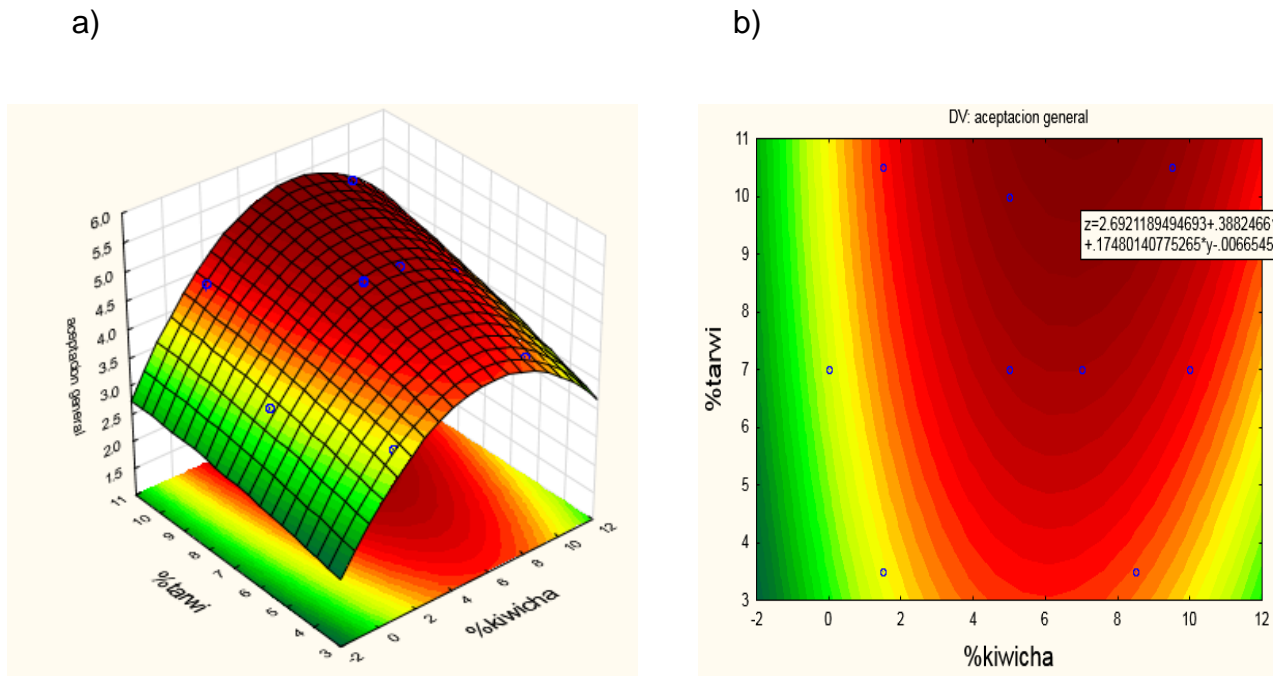


Figura 25: Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para Aceptación general de las galletas en función a la concentración porcentual de harina de tarwi y harina de kiwicha en las formulaciones (Día 0)

Según la figura 25, Demostramos que los tratamientos con mayor sustitución de harina de tarwi (X_1) y sustitución de harina de kiwicha (X_2) reportaron puntajes elevados para la **ACEPTACION GENERAL**, según la gráfica de superficie respuesta, la región óptima se ubica en los intervalos de 8-10% de X_2 y 8-12% de X_1 . Hallando así la F4 como mejor formulación.

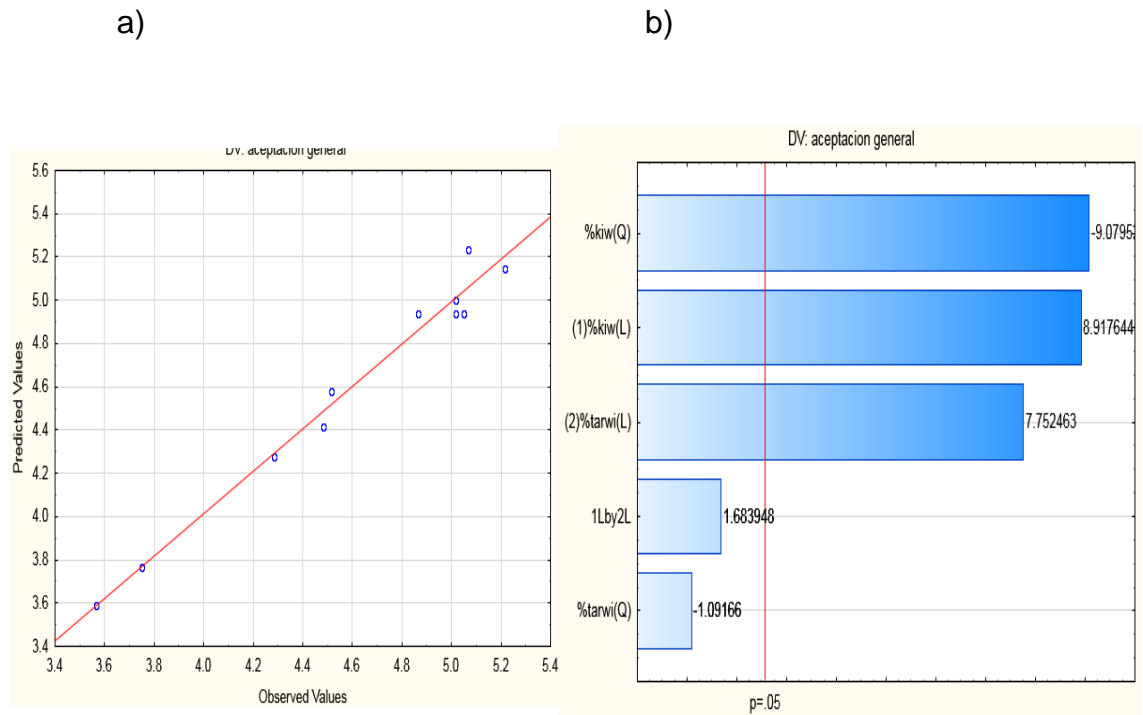


Figura 26: a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos para la respuesta Sabor de las galletas tipo cookie.

En la figura 26, se demostró que nuestro modelo matemático es el adecuado, ya que en el diagrama de linealidad los puntos no se encuentran dispersos sino están cercanos a la línea (predictiva) con respecto al diagrama de Pareto, el nivel de sustitución de harina de tarwi X_1 (termino lineal), sustitución de harina de kiwicha X_2 (termino lineal) tienen efectos significativos, también que sustitución de harina de kiwicha X_2 (termino cuadrático) son altamente significativo.

4.5. EVALUACIÓN DE LA FORMULACIÓN ÓPTIMA:

Mediante nuestro diseño estadístico en la evaluación sensorial y los análisis fisicoquímicos realizados a nuestros tratamientos, se obtuvo una optimización teniendo como mejor formulación a la F4 y con tres puntos centrales F9, F10 y F11. Donde se analizó mediante el método de ponderación de Factores (Anexo 08), dando un valor a cada variable y los análisis fisicoquímicos que sean más importantes en la calidad sensorial y tecnología de nuestra galleta, concluyendo que la F4 es nuestra mejor formulación.

4.5.1. CARACTERIZACIÓN QUÍMICO PROXIMAL AL ÓPTIMO

Tabla 44. Composición porcentual (%) de las galletas Control con mejor formulación (Optima)

Análisis químico proximal % p/p	Control	Óptimo
Humedad	3.510 ± 0.072	3.010 ± 0.072
Ceniza	0.912 ± 0.450	0.942 ± 0.450
Proteína	3.550 ± 0.000	13.511 ± 0.000
Grasa	15.135 ± 0.504	18.135 ± 0.504
Fibra	1.355 ± 0.000	1.455 ± 0.000
Carbohidratos	75.466 ± 0.234	62.946 ± 0.234

*Media de 3 repeticiones ±DS

Según la tabla 44, Se reportó la composición química proximal de nuestra galleta de formulación control F0 y de la galleta con formulación óptima F4 con sustitución parcial de harina de kiwicha y harina de tarwi cabe resaltar que la galleta control está elaborada a base solo de harina de trigo.

En comparación con el contenido de proteína de nuestra formulación óptima de (13.511%) con relación a la muestra patrón (3.551%), se aprecia un elevado aporte gracias a la sustitución de harina de tarwi y harina de kiwicha, y por lo señalado dentro de la N. T. P 2085.2005, donde establece que las galletas deben tener como mínimo un 3 % de proteínas en su composición y no establece límites máximos. Donde hay diferencias en el contenido de grasa 18.135 y 15.135% para la galleta óptima y galleta control respectivamente. En relación al contenido de cenizas en las galletas control fue 0.912% comparado con las galletas óptima que fue de 0.942 %, podemos observar no haber un aumento considerable. La fibra en las galletas con formulación óptima en estudio (5.076%), presentaron un aumento considerable al compararlo con las galletas Patrón con 1.345%.

Tabla 45: Composición de ácidos grasos (%) de las galletas control con la mejor formulación (óptima)

Tipo de ácido graso	Ácido graso	Abreviatura	Óptimo	Control
Saturados	Ácido Láurico	(C16:0)	12.749	12.574
	Ácido Mirístico	(C16:0)	4.271	4.269
	Ácido esteárico	(C16:0)	11.077	11.5225
Monoinsaturado	Ácido Oleico	(C18:1) ω 9	24.422	22.891
Poliinsaturado	Ácido Linoleico	(C18:2) ω 6	24.004	22.088

En la Tabla 45, reportamos los porcentajes de ácidos grasos saturados, Monoinsaturado (C18:1) ω 9 y Poliinsaturado (C18:2) ω 6 presentes en la formulación óptima y control.

La ingesta adecuada del ácido *alfa-linolénico*, Según el Consejo de Alimentación y Nutrición del Instituto de Medicina de EE. UU, (2012) establecieron los niveles de ingesta de ácido *alfa-linolénico* (omega-6) para adultos varones 19-50 años 17g/día y mujeres 12g/día; niños y niñas de 1-3 años 7g/día; niños y niñas de 4 – 8 años 10g/día; niños varones de 9 – 13 años 12g/día y mujeres 10g/día, así mismo la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, European Food Safety Authority), (2014) indicó en sus recomendaciones de 10g/día de ácido graso omega-6 alfa-linoleico.

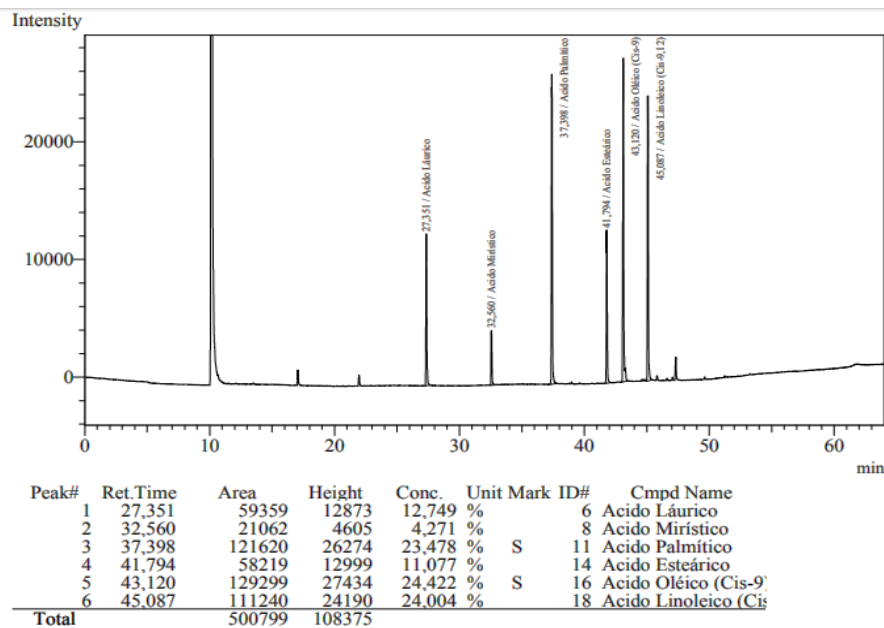


Figura 27: Cromatograma de ácidos grasos para la galleta tipo cookie seleccionada como OPTIMO

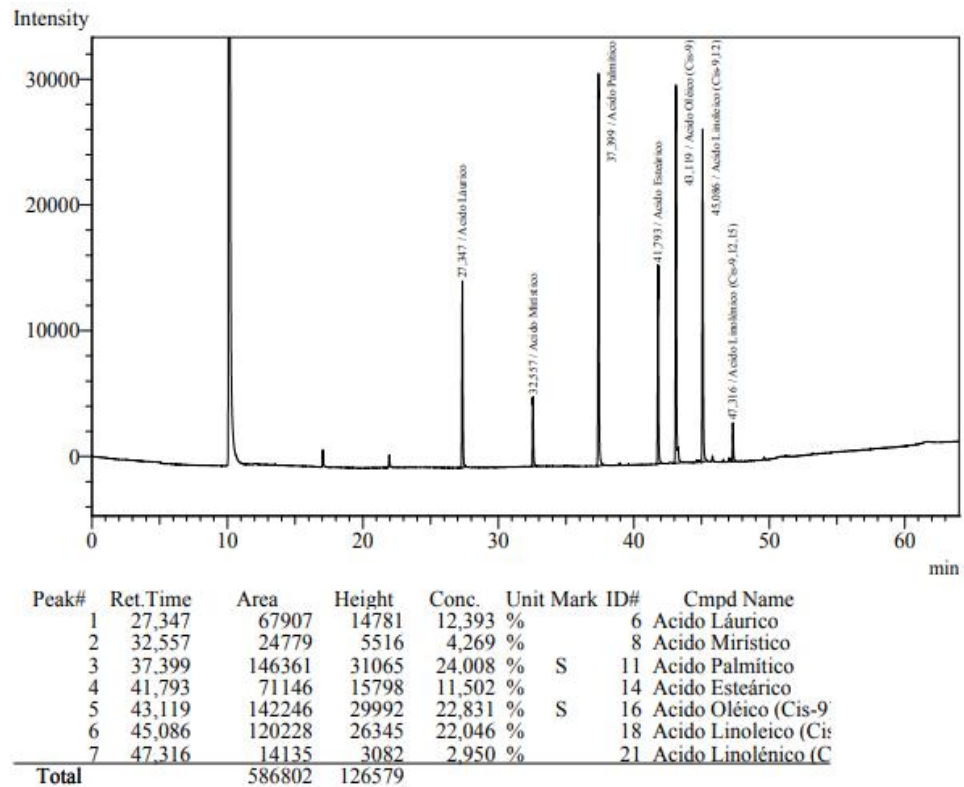


Figura 28: Cromatograma de ácidos grasos para la galleta tipo cookie CONTROL,

V. VIDA ÚTIL:

Se evaluó la vida útil del tratamiento óptimo y control (F4 y F0) respectivamente, se realizaron los análisis fisicoquímicos de Humedad y actividad de agua así como un análisis de evaluación sensorial con 10 panelista semi entrenados y análisis microbiológicos, por un periodo de 30 días, para ver su comportamiento durante su almacenamiento para observar si conserva los estándares de calidad sensorial y química, aptos para el consumo.

5.1.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA EN DÍAS DE ALMACENAMIENTO:

A. Humedad:

En la tabla 46 y en la figura 28, se muestran los resultados obtenidos del análisis de humedad de las galletas control y óptima

Tabla 46: Porcentaje de humedad de las galletas control y con mejor formulación (Optima), durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20 °C).

Tiempo (días)	Humedad (%)	
	control	Optimo
0	5.851 ±0.423	5.933 ±0.404
5	5.923 ±0.341	6.051 ±0.352
10	6.012 ±0.245	6.109 ±0.259
15	6.218 ±0.532	6.241 ±0.541
20	6.392 ±0.623	6.482 ±0.642
25	6.523 ±0.121	6.632 ±0.114
30	6.819 ±0.832	6.952 ±0.743

*Media de 3 repeticiones ±DS

Tabla 46. Iniciado el almacenamiento, la galleta control reporta una humedad de 5.851 %, respecto al óptimo un 5.933 % de humedad. Al transcurrir de las semanas el valor de humedad aumenta ligeramente y al evaluar el día 30, reportamos los datos de humedad de 6.819 ±0.832 para la galleta control y 6.952 ±0.743 para la galleta óptima.

De acuerdo a los datos buscados para comprar el % máximo de humedad de nuestra galleta obtenida como optima, encontramos que según la “Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería - RM 1020-2010. MINSA”, para la humedad en galletas da un máximo de 12%. Por otro lado en las “Fichas técnicas de Alimentos del Servicio Alimentario del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma” nos indica que como máximo % humedad de una galleta elaborada con harinas de cereales debe estar en un máximo de 12%. Con ello, podemos decir que con los resultados que obtuvimos de evaluación en humedad a nuestra galleta optima y control están dentro del parámetro permitido por las normas técnicas que se piden para la elaboración de galletas, en este caso nuestras galletas tipo cookies

De acuerdo a la figura 29, la humedad que se obtuvo durante los 30 días de evaluación está por debajo del % de humedad máximo que especifican de acuerdo a las normas y fichas técnicas en productos de panificación, en este caso las galletas.

En la tabla 46 observamos que una vez iniciado el almacenamiento, la galleta control reporta una humedad de 5.851 %, respecto al óptimo un 5.933 % de humedad. Al transcurrir de las semanas el valor de humedad aumenta ligeramente y al evaluar el día 30, reportamos los datos de humedad de 6.819 ± 0.832 para la galleta control y 6.952 ± 0.743 para la galleta óptima.

Según lo observado en la figura 29 la variación de humedad (entre la humedad inicial y la humedad final) en los 30 días evaluados son bajos, (Salvatierra y Azorza, 2017) reportan datos similares ya que la galleta se encuentra en un período de equilibrio, que se ve influenciado por el tipo de empaque y condiciones de humedad del lugar de almacenado.

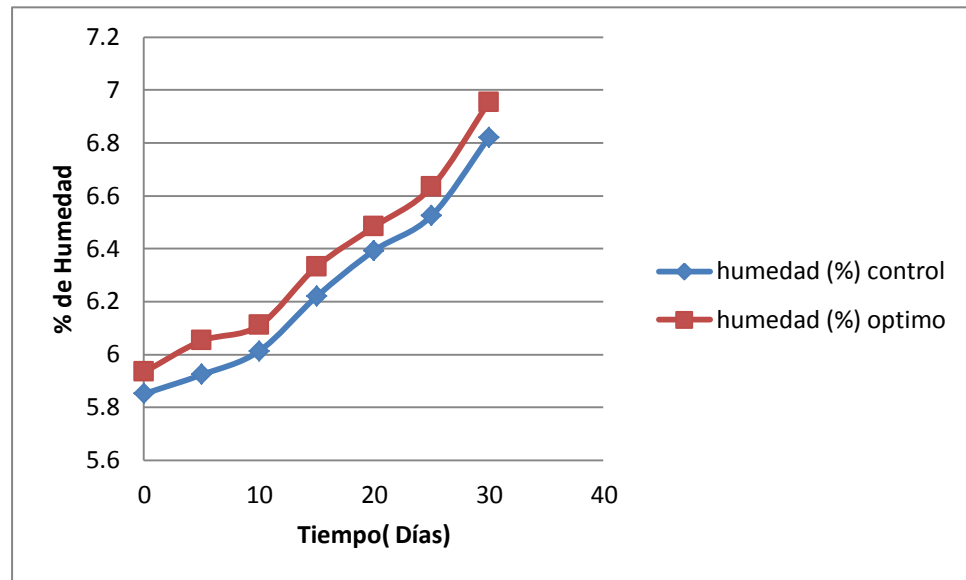


Figura 29: Variación del % humedad de las galletas control y formulación Optima durante los 30 días de almacenamiento a temperatura de ambiente (20°C)

B. ACTIVIDAD DE AGUA.

Tabla 47: Variación de la Actividad de Agua de las galletas control y Optima, durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C)

Tiempo (Días)	Aw	
	Control	optimo
0	0.369	0.373
5	0.372	0.375
10	0.376	0.381
15	0.383	0.391
20	0.391	0.397
25	0.396	0.402
30	0.401	0.411

Según la tabla 47 se reporta que al iniciar el almacenamiento de nuestras galletas control y óptimo, un 0.369 y 0.373 de actividad de agua (aw) respectivamente. Según (Dendy, 2001), indica que los productos de panificación y galletería presentan bajo contenido de humedad y por tanto bajo contenido de agua libre y actividad de agua.

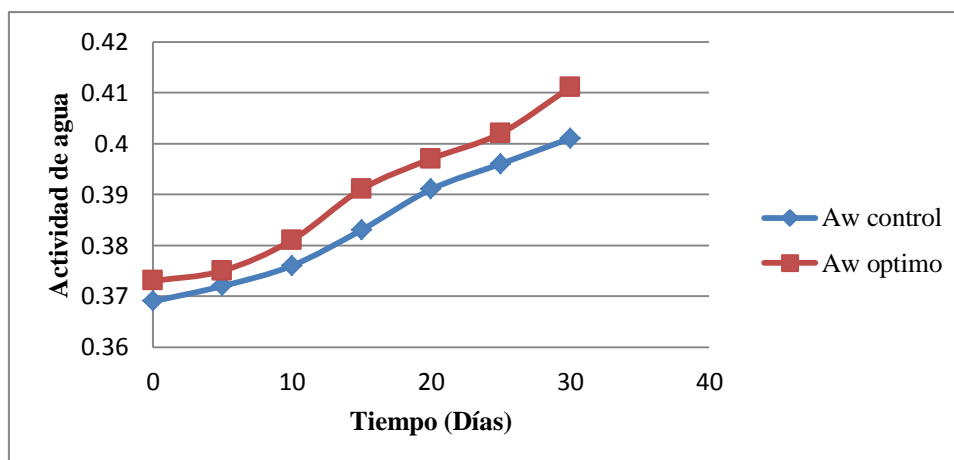


Figura 30: Variación de la actividad de agua de las galletas control y Optima, durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C)

Según la figura 30 se observa que al pasar las 4 semanas de almacenamiento, la actividad de agua aumenta en nuestras galletas óptimas y control, reportando valores de 0.411y 0.401 en las galletas control y optimo respectivamente. Según la N.T.P 205.038 (revisada el 2016) indica que una actividad de agua inferior a 0,60 en productos de de panificación y galletería. Los microorganismos no proliferan en productos con una actividad de agua de 0,60 pero sobreviven durante largos períodos de tiempo.

5.1.3 ANALISIS SENSORIAL EN DÍAS DE ALMACENAMIENTO:

A. SABOR:

En la tabla 48 y la figura 31 se reporta los datos recolectados de la evaluación sensorial de panelistas en 30 días de almacenamiento para las galletas control y óptimo respectivamente. Según (Rodríguez, 2014) el sabor es uno de los principales atributos elegidos en el público para la aceptación general e intención de compra de galletas.

Tabla 48: Variación de la aceptación de SABOR para las galletas control y formulación (Óptima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C).

Tiempo (Días)	SABOR	
	control	optimo
0	6.5	5.9
5	6.1	5.7
10	5.9	5.6
15	5.7	5.4
20	4.9	4.7
25	4.5	4.5
30	3.7	3.8

En la **tabla 48**, Se reporta los resultados obtenidos de los puntajes promedios de sabor en los 30 días de evaluación para nuestra formulación control F0 y óptima F4, Donde el mayor puntaje promedio es para la F0 con un 6.5. Con respecto a la galleta con formulación óptima obtuvo un puntaje promedio de 5.9 de gran aceptación al igual que la galleta control.

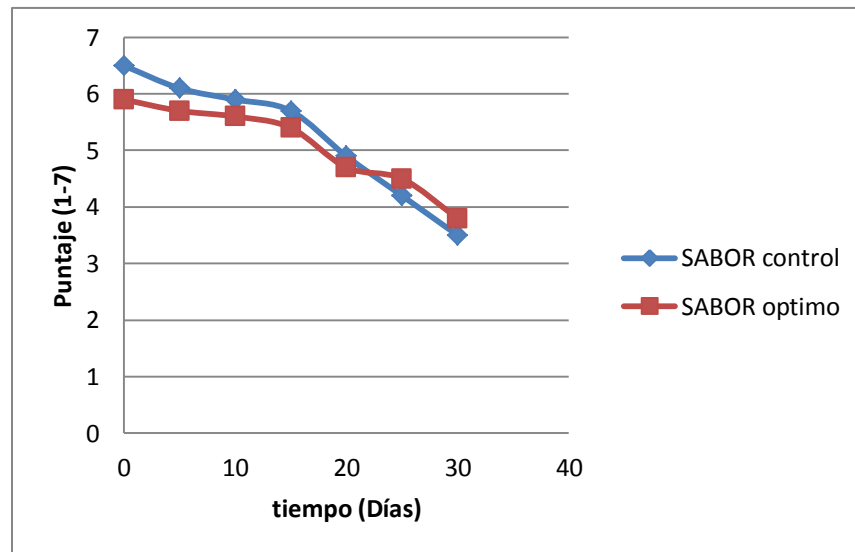


Figura 31: Variación de Sabor de las galletas control y formulación (Óptima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C).

Según Maldonado et al (2000), El sabor en productos de panificación y galletería se ven influenciados por la cantidad de sustitución, % de humedad y rancidez aumentan a través del tiempo. Por lo cual sus características organolépticas disminuirán. Al transcurso de los 30 días evaluados el puntaje del sabor para las formulaciones Óptima F4 y Control F0 caen como se observa en la figura 31.

B. TEXTURA :

Tabla 49: Variación de la aceptación de TEXTURA para las galletas control y formulación (Óptima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C).

Tiempo (Días)	Textura	
	Control	Óptimo
0	6.1	5.7
5	5.7	5.6
10	5.6	5.5
15	5.4	5.3
20	4.8	4.7
25	4.4	4.3
30	3.9	3.7

En la tabla 49: se reporta los resultados de la textura evaluada por nuestros panelistas en los 30 días de almacenamiento para la formulación óptima F4 y control F0. Donde el mejor puntaje promedio para los panelistas es para la formulación control F0 de 6.1. Respecto a la formulación óptima F4 de las formulaciones presento un valor de 5.7 de gran aceptación como nuestra formulación control.

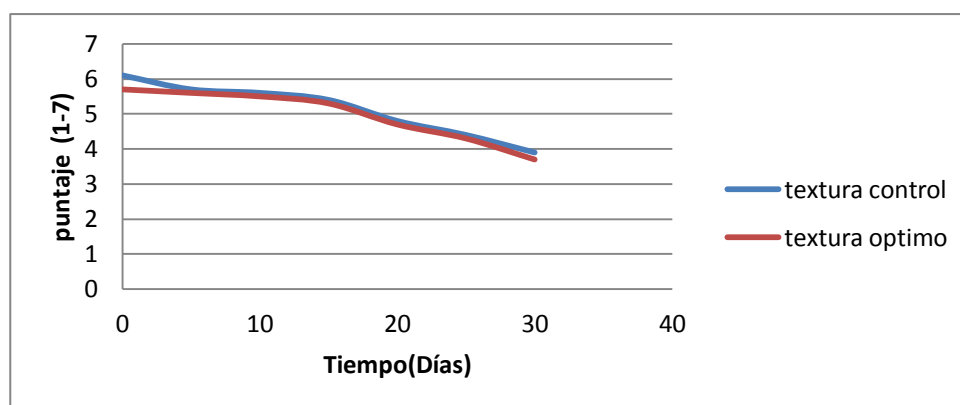


Figura 32: Variación de textura de las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C).

C. ACEPTACIÓN GENERAL :

Los puntajes para la aceptabilidad general evaluados por nuestros panelistas nos permitió medir cual agradable o desagradable es el producto en el transcurso de los días de almacenamiento. Nuestros panelistas evaluaron los puntajes en una escala de 7 puntos, donde las alternativas de respuestas fueron de mayor a menor: “me gusta mucho”, “me gusta poco”, “me gusta moderadamente”, “ni me gusta ni me disgusta”, “me disgusta”, “me disgusta moderadamente” “me disgusta mucho”.

Tabla 50: Variación de la aceptación General para las galletas control y formulación (Óptima), durante los 35 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C).

TIEMPO (Días)	ACEPTACIÓN GENERAL	
	CONTROL	OPTIMO
0	5.8	6.3
5	5.7	6.1
10	5.6	5.8
15	5.4	5.4
20	4.8	4.9
25	4.2	4.6
30	3.7	3.7
35	3	3.1

En la tabla 50, se muestra los puntajes obtenidos evaluados por los panelistas sobre la aceptación general para las galletas en un periodo de 35 días. En términos generales observamos que en los primeros 15 días existe gran aceptabilidad general en panelistas semientrenados. A cabo de 35 días la aceptabilidad general fue en un puntaje de 3.1 para la formulación óptima, y el puntaje de 3 es para la muestra control. al transcurrir de los días la aceptabilidad general disminuye , pero de forma lenta.

5.1.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

Tabla 51: Resultados del análisis microbiológico para mohos y levaduras.

agente microbiano	categoría	Clase	N	C	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10^2	10^3

Fuente: RM N° 1020-2010/MINSA

Productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura (pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, biscochos, panetón, otros).

Tabla 51. Reporta los resultados que deben obtener para análisis microbiológico de mohos y levaduras en nuestras galletas con formulación óptima y control respectivamente, al transcurso de los días 0, 10, 20, 30 de almacenamiento a temperatura de ambiente (22°C). Deben estar en un mínimo de 10^2 y un máximo de 10^3 . Para nuestra investigación se obtuvo esta información de las “Fichas técnicas de Alimentos del Servicio Alimentario del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma”.

En la tabla 51, que nos da el reporte de resultados que se obtuvo en el análisis microbiológico observamos que durante nuestros 30 días de evaluación las galletas control y optimo están dentro del parámetro que establece las “Fichas técnicas de Alimentos del Servicio Alimentario del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma” y también la

“Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería - RM 1020-2010. MINSA” con un mínimo de 10^2 y un máximo de 10^3 UFC en nuestras muestras. Por ello pudimos completar el análisis sensorial hasta dicha fecha.

En la tabla 51 se reporta los resultados obtenidos para análisis microbiológico de mohos y levaduras en nuestras galletas con formulación óptima y control respectivamente, al transcurso de los días 0, 10, 20, 30 de almacenamiento a temperatura de ambiente (25°C).

Tabla 52. Recuento de unidades formadoras de colonias

ANALISIS recuento de mohos (UFC/g)	ALMACENAMIENTO(Días)			
	día 0	Día 10	Día 20	Día 30
Control	0	50	80	110
Óptimo	0	40	70	100

En la tabla 52 se reporta que no se observó UFC para recuento de mohos para el día 0 se observa que en el primer día no se encontraron UFC para recuento de mohos, al transcurso los 10 días se observa 50 UFC/g para la formulación control y 40 UFC/g para la mejor formulación, Donde se encuentran dentro del límite permitido aceptable (m). Según La N.T.P. 206.002:1981 (revisada el 2014).

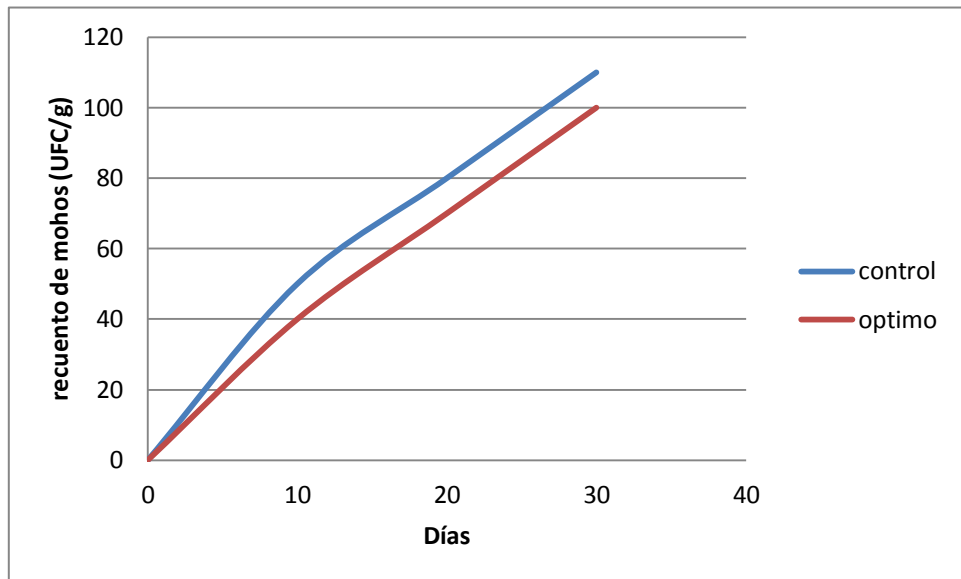


Figura 33: Variación de recuento de mohos (UFC/g) para las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a 20 °C.

En la figura 32, se observa que al transcurso de los días el recuento de mohos y levaduras aumenta, Pero aún están dentro del límite máximo permitido (m) según La N.T.P. 206.002:1981 (revisada el 2014).

VI. CONCLUSIONES:

Se obtuvo y caracterizó la composición química proximal de la harina de trigo para elaboración de nuestras galletas cookie: Proteínas 12.2%, humedad 11.81% , ceniza 0.62 % , Grasa 1.71% , Fibra 2.6% y 62.21% Carbohidratos. En cuanto a la harina de kiwicha fue: Proteínas 13.81%, humedad 11.48%, ceniza 2.53%, Grasa 7.31%, Fibra 2.62% y 62.21% de Carbohidratos. Respecto a la harina de tarwi se obtuvo: Proteínas 52.33%, humedad 5.51%, ceniza 2.43 % , Grasa 22.93%, Fibra 2.64 % y 14.16 % de Carbohidratos, los cuales cumplieron con los parámetros requeridos para la elaboración de galletas cookie.

Según los resultados obtenidos, las características tecnológicas sensoriales en nuestras galletas son influenciadas por el nivel de sustitución de harina de tarwi y kiwicha. Sin embargo el ángulo de tonalidad y cromacidad no tuvo diferencias significativas en las formulaciones. En el caso de los parámetros organolépticos y sensoriales se ven influenciados por el nivel de sustitución de las harinas de kiwicha y tarwi y son estadísticamente significativos.

La calidad nutricional de la mejor formulación de Galleta cookie (F4) está compuesta por 3.010 % de humedad, 18.135 % de grasa, 0.942 % de ceniza, 13.511 % de Proteínas, 62.946 % de carbohidratos totales, $1.455 \pm$ % de fibra dietaría total, mejorando su calidad nutricional respecto a su formulación control . La estimación de vida útil para la galleta cookie de mayor aceptabilidad (F4) fue de un periodo de 45 días.

VII. RECOMENDACIONES:

- ❖ Se recomienda realizar sustituciones de harina de kiwicha y harina de tarwi desgrasada en la elaboración de diferentes productos de panificación, con la finalidad de complementar el aminoácido limitante (Lisina) en la harina de trigo, contribuir a la obtención de un mayor contenido de proteínas e incremento en fibra.
- ❖ Realizar más investigaciones en elaboración de galletas con cereales andinos, específicamente granos y cereales provenientes de nuestro departamento Ancash.
- ❖ Realizar investigaciones dirigidas en aumentar el contenido proteico de galletas destinados a niños en edad escolar.
- ❖ Realizar un aminograma del producto óptimo.
- ❖ Realizar un análisis Biológico, relación de eficiencia proteica (PER)
- ❖ Llevar a cabo un estudio de factibilidad y financiamiento para la elaboración de galletas, con las formulaciones óptimas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA:

- ❖ AOAC. 1990. “Official Methods of Analysis of AOAC International”.16th Edition 3rd Revision 1997.
- ❖ AOAC. 2005. Metodología de la asociación Oficial de químicos Analistas
- ❖ Aguirre, E., & Rodriguez, G. (1997). Industria de cereales y panificación. Universidad Nacional del Santa, Departamento Academico de Agroindustria, Chimbote.
- ❖ Alasino, M. C. (2009). Harina de arveja en la elaboración de pan. Estudio del efecto de emulsionantes como mejoradores de volumen y vida útil. Tesis, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.
- ❖ Alasino, M. C., Andrich, O. D., Sabbag, N. G., Costa, S. C., De la Torre, M. A., & Sánchez, H. D. (2008). Panificación con Harina de Arvejas (*Pisum sativum*) previamente sometidas a inactivación enzimática
- ❖ Aliaga E. Y Sanchez C. 2011. Influencia de la proporción de harina de arracacha (arracacia xanthorrhiza) y de harina de trigo (triticum aestivum) sobre las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de las galletas para consumo humano”.
- ❖ Arellano Acuña, E. A., & Rojas Zavaleta, I. A. (2017). Efecto de Sustitución parcial de harina de trigo por Harina de Arveja y Harina de Camote en las características Tecnológicas y Sensoriales de Cupcakes. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería. E.A.P Ingeniería Agroindustrial, Nuevo Chimbote.

- ❖ Arnua Josep, (2006) ; El Amaranto; consultado el 21 de agosto del 2016; disponible en: <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=946>.
- ❖ Arteaga, P., & Silva, A. L. (2015). SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE TARWI (*Lupinus mutabilis sweet*) Y HARINA DE CÁSCARA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE CUPCAKES. Nuevo Chimbote.
- ❖ BRUMOVSKY, L. y HORIANSKI, M (2014). Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales. Ingeniería en Alimentos. Universidad Nacional de Misiones, Argentina.
- ❖ Calaveras. (2004). Tratado de Panificación y Bollería. Madrid: Mundi-Prensa
- ❖ CAMPBELL G.; WEBB C. (1997). “Cereals Novel uses and processes” Satake Centre for Grain Process Engineering University of Manchester Institute of Science and Technology. Manchester Inglaterra.
- ❖ Carece Saravia, A. (2014). La Cantidad y la Calidad. Panadería y Pastelería Peruana, 24-25.
- ❖ Casaverde, J. (2003). Producción y Control de Calidad de Galletas fortificadas y enriquecidas. Informe de tesis para optar el Grado de Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional del Santa., Escuela Académica Profesional del Ingeniería Agroindustrial, Chimbote.

- ❖ Castel María, (2010); “Estudio de las propiedades funcionales, tecnológicas y fisiológicas de las proteínas de amaranto”; Universidad Nacional Del Litoral, Facultad De Ingeniería Química; Tesis Presentada Para La Obtención Del Grado Académico De Magíster En Ciencia Y Tecnología De Alimentos.
- ❖ Cheftel, J. C., Cuq, J. L., & Lorient, D. (1989). Proteínas Alimentarias. Zaragoza: Acribia.
- ❖ Codex Alimentarius 152. (1985). Norma del Codex para la harina de Trigo. Recuperado el 20 de Julio de 2017, de FAO: www.fao.org/input/download/standards/50/CXS_152s.pdf
- ❖ Cori, M. y Pacheco, E. 2004. efecto de la suplmentacion de galletas duckes tipo oblea con harina desgrasda de girasol sobre las prpirdades fisicoquiicas y sensoriales. Rev. Fac. Agr. 30:109-122.
- ❖ De la Vega Ruiz, G. (2011). Proteínas de la Harina de Trigo: Clasificación y Propiedades Funcionales. Universidad Tecnológica de la Mixteca
- ❖ Dendy, D., Dobraszczyk, B. (2001). Cereales y Productos derivados. Editorial Acribia, S.A., Cap. 8, Pan: un alimento único: p.225. Cap9, Productos de confitería: p.301, p.305.
- ❖ FAO. (1996). Carbohidratos y Componentes Alimentarios Relacionados: Identificadores de Infoods, Significados y Usos. FAO, Departamento de Agricultura. Academic Press.
- ❖ FAO/OMS/UNU. (1985). Necesidades de energía y de proteínas. Serie de Informes Técnicos, Universidad de las Naciones Unidas, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/ Organización Mundial de la Salud, Ginebra. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/003/AA040E/AA040E00.HTM>

- ❖ Folch J., Lee M. y Sloane Stanley G.H. “A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues”. J. Biol. Chem. 1957.
- ❖ Gross R., von Baer E., Koch F., Marquard R., Trugo L., (1982). Wink M. Chemical composition of a new variety of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* cv. Inti) with lowalkaloid content. J Food Composition and Analysis. 1988 Set; 1(4): 353 - 61.
- ❖ Isoldi, K.; Dalton, S.; Rodriguez, D.; Nestle, M. 2012. Classroom “Cupcake” Celebrations: Observations of Foods Offered and Consumed. Journal of Nutrition Education and Behavior 44: 71-75.
- ❖ Jacobsen S.E., Mujica A. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sus parientes silvestres. Botánica Económica de los Andes Centrales. 2006: 458 - 82.
- ❖ Juárez, Z., Bárcenas-Pozos, M., & Hernández, L. (2014). Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos.
- ❖ Lía Velásquez, Victor Aredo, Yesica Caipo, Eduardo Paredes (2014). “Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una galleta enriquecida con quinua (*Chenopodium quinoa*), soya (*Glycine max*) y cacao (*Theobroma cacao* L.)”. (Tesis para título). Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional de Trujillo). Trujillo Perú.
- ❖ LOPEZ L., Hugo. (2013), Elaboración de galletas de trigo fortificadas con harina, aislado y concentrado de *Lupinus mutabilis* (TARWI). Tesis (Ingeniero Agroindustrial). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo México. 2007. 63 h.

- ❖ MAGAÑA-Barajas, RAMÍREZ-Wong, PLATT-Lucero, LÓPEZ-Ahumada y SÁNCHEZ- Machado. (2009). Caracterización viscoelástica de masas de variedades de trigos suaves .Departamento de Investigación y Pos grado en Alimentos, Universidad de Sonora. México.
- ❖ MINAGRI. (2017). Encuesta Nacional de Intenciones de Siembra 2016 . Campaña Agrícola Agosto 2016 - Julio 2017. Ministerio de Agricultura y Riego, DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICA AGRARIA. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego. Recuperado el 21 de Agosto de 2017, de Intenciones de Siembra y Siembras realizadas de Trigo por Región según Campaña agosto 2017 - julio2018.
- ❖ MINSA. (2006). Norma Sanitaria para la Fabricación de Alimentos a Base de Granos y Otros, destinados a Programas Sociales de Alimentación. Lima: MINSA.
- ❖ Mujica A. y Jacobsen S.E., (2006) El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y potencial económico y nutricional. Botánica Económica de los Andes Centrales. 2006: 458 - 82.
- ❖ NTP 206.011:1981. (2016). BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de humedad.
- ❖ NTP 205.038:1975. (2011). Harinas. Determinación de Cenizas.
- ❖ PASCUAL CH. G.; y ZAPATA H. J. (2010), Sustitución por harina de trigo (*Triticum aestivum*), por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de galletas fortificadas. Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Revista de la sociedad química del Perú 2010. pp12.

- ❖ Paucar-Menacho, L.; Salvador-Reyes, R.; Guillen-Sanchez, J.; MoriArismendi, S. 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. *Scientia Agropecuaria* 7 (2): 121-132.
- ❖ Puerres, J. (2010). Colecta y caracterización básica de cuatro raíces: Yuca (*Manihot spp*), Camote (*Ipomoea batata*), Papa china (*Colocasia esculenta*), Malanga (*Xanthosomasa gittifolium*), como parte del rescate de la agrobiodiversidad.
- ❖ RM N° 1020-2010/MINSA (2011). Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. Dirección General de Salud Ambiental, Ministerio de Salud.
- ❖ Reque, J. 2007. Estudio de pre-factibilidad para la fabricación de harina de arroz y su utilización en panificación. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ❖ Salvatierra, P., y Azorza, R. (2017). EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE GALLETAS ENRIQUECIDAS CON CHÍA (salvia hispánica) Y ACEITE EXTRAÍDO DE TARWI (*Lupinus Mutabilis*). Informe de tesis para título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del Santa., Escuela Académica Profesional del Ingeniería Agroindustrial, Chimbote Nuevo Chimbote.
- ❖ Sanchez R. y Valderrama A. R. (2009) Cultivos andinos y la alimentación infantil. Lima: CCTA, Comisión de Coordinación de Tecnología Andina.
- ❖ Tapia, M. (2007) . Cultivos Andinos Sub-explotados y su aporte a la Alimentación. FAO, Santiago de Chile.

- ❖ TURCIOS A., A. J.; y CASTAÑEDA L., B. N. (2010), Desarrollo y Evaluación de Galletas Fortificadas a base de Masica (*Brosimum alicastrum*) para niños y niñas entre 6-13 años de la Escuela Lempira, Lizapa Maraita, Honduras. Tesis (Título de Ingenieros en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura). Zamorano Carrera de Agroindustria Alimentaria Honduras, 2010. 46 h.
- ❖ Yanez, L. (2013). Importancia de la Fibra en los Alimentos. Universidad Autónoma de Metropolitana, México. en la provincia de Imbabura. Tesis Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

PÁGINAS DE INTERNET

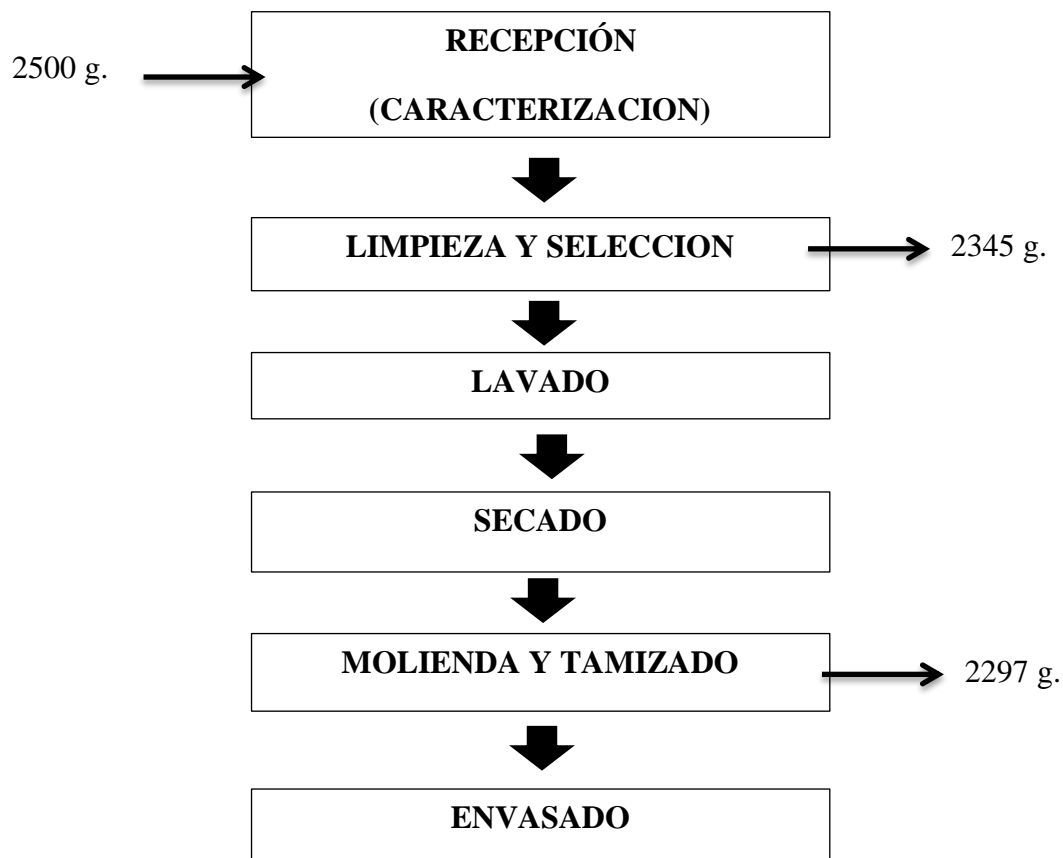
- ❖ Cultivos Andinos, Kiwicha, FAO, disponible en :
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/Cap6.htm>
(revisado 17 de octubre el 2017)
- ❖ Forero, A. (19 de Marzo de 2013). Trigo. Obtenido de Los Grobo: (accesado el 17 de diciembre del 2017): <http://www.losgrobo.com.ar/novedades/89-trigo.pdf>
- ❖ Poligrafiados Andinos II, Recopilación (2012). Recuperado de
<https://documents.tips/documents/poligrafiado-andinos-ii-recopilacion-2012-copia.html>
- ❖ UNAM. (13 de Febrero de 2013). Estructura y Morfología de los Cereales. Recuperado el 05 de Diciembre de 2017, de
http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/semillas/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=18

ANEXO

ANEXOS

ANEXO 1. OBTENCION DE HARINA DE KIWICHA

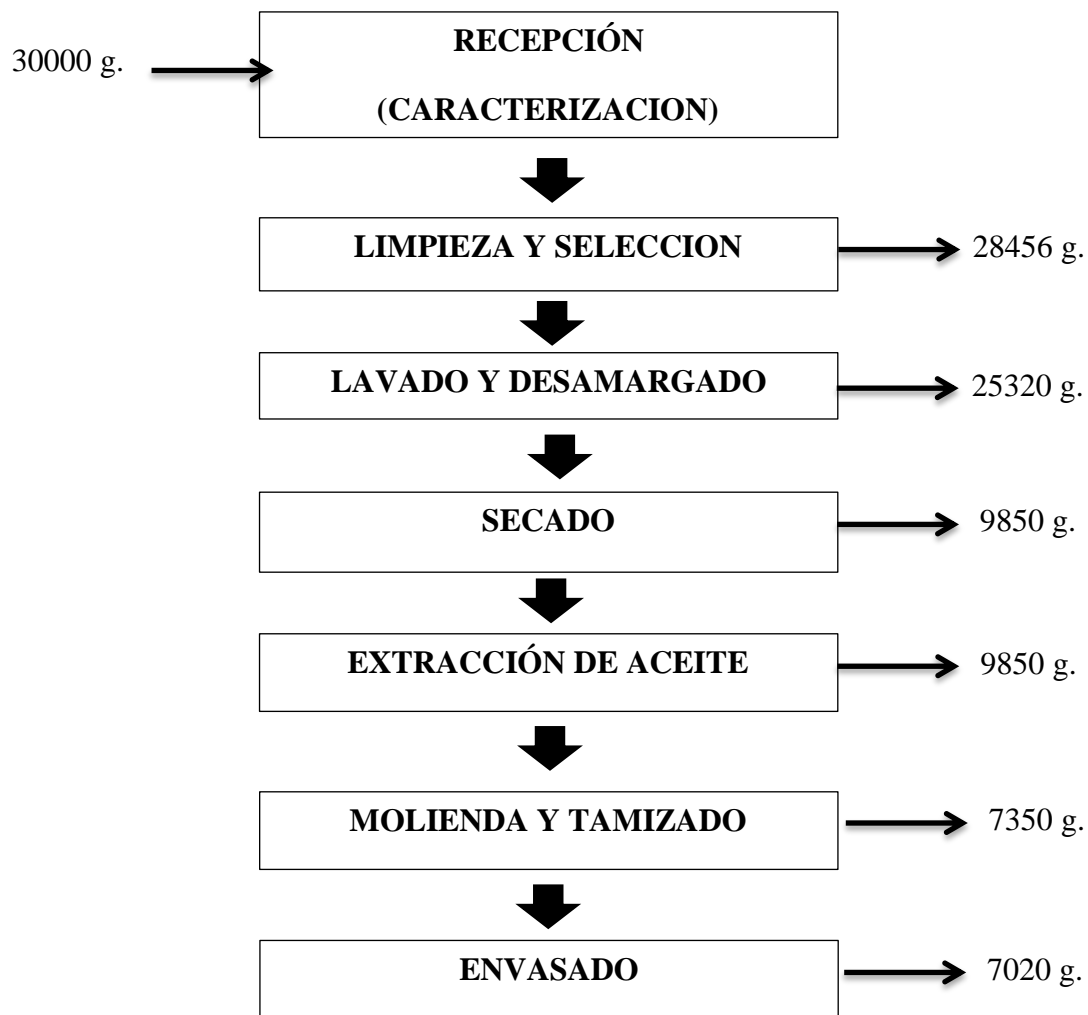
GRANOS DE KIWICHA



$$\text{Rendimiento \%} = \frac{2297}{2500} \times 100 = 91.88$$

ANEXO 2. OBTENCION DE HARINA DE TARWI

GRANOS DE TARWI



$$\text{Rendimiento \%} = \frac{7020}{30000} \times 100 = 23,4$$

ANEXO 3. PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE LA GALLETA

a) Recepción de Materia Prima

Se reunió todos los insumos que nos serviría para la elaboración de nuestras galletas tipo cookie, por lo siguiente tenemos:

- Harina: de trigo, kiwicha y tarwi.
- Insumos: polvo de hornear, bicarbonato de sodio, bicarbonato de amonio, azúcar esencia de vainilla, margarina y huevos.

b) Formulación

Para la preparación de las galletas, se realizó las 11 formulaciones, esto consiste en saber qué porcentaje de cada insumo se usara por cada formulación. Cada porcentaje es representado por un peso de cada insumo.



c) Pesado

Habiendo obtenido nuestra materia prima y realizada las 11 formulaciones. Esto implica que cada una de estas formulaciones tiene una cantidad distinta de cada insumo a utilizarse para la elaboración de las galletas tipo cookie.

Cada insumo tiene un peso específico así que se pesó como se observa en las siguientes imágenes:



d) Amasado

Una vez realizado el pesado de los insumos se procede a la preparación de la masa de cada formulación. Para ello se utilizó algunos instrumentos del área de panificación de la planta piloto como batidora.



e) Laminado

Una vez terminada de preparar la masa, procedimos a laminar para tener una masa más firme y luego se comenzó a realizar nuestras galletas que no se necesita utilizar moldes para formarlas ya que en estas galletas tipo cookie no tiene una forma definida.



f) Horneado

Luego del amasado y laminado se coloca toda la masa en charolas que posteriormente se dejara en el horno por un tiempo estimado de 14 minutos a 146°. Este tiempo y temperatura se toma para evitar que nuestras galletas se quemen en los bordes y que se pueda cocinar bien la masa.



g) Enfriado

Luego de haber retirado nuestras galletas del horno, se pasó a dejar enfriar las galletas hechas con cada formulación realizada. El proceso de enfriado se lleva a temperatura ambiente.



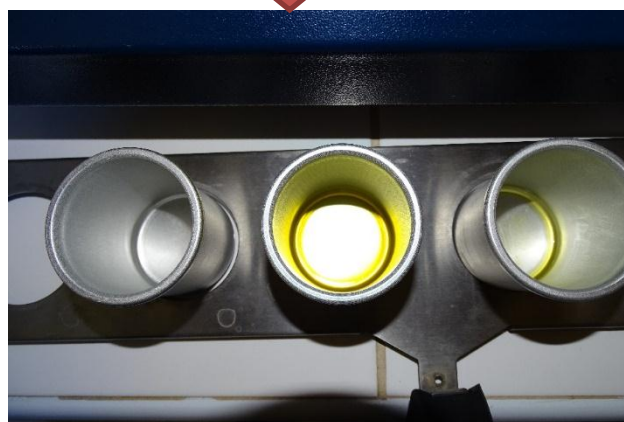
h) Embolsado

Al termino del enfriado procedimos a colocar por separado nuestras formulaciones en bolsas que posteriormente fueron selladas e identificadas de acuerdo a su formulación trabajada. Esto nos asegura que nuestras galletas preparadas puedan mantenerse para toda nuestra investigación a realizarse.

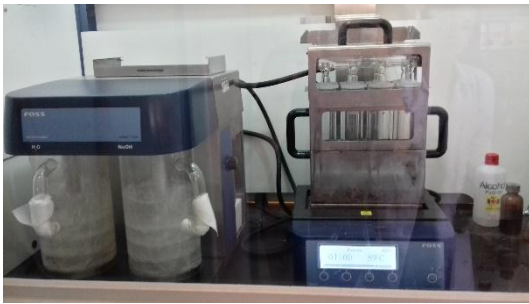


i) Almacenamiento: Una vez colocados en bolsas selladas y colocadas en una caja, se almaceno nuestras galletas en un ambiente limpio, sin humedad ni olores extraños para la buena conservación de estas hasta que las usemos para nuestras posteriores pruebas.

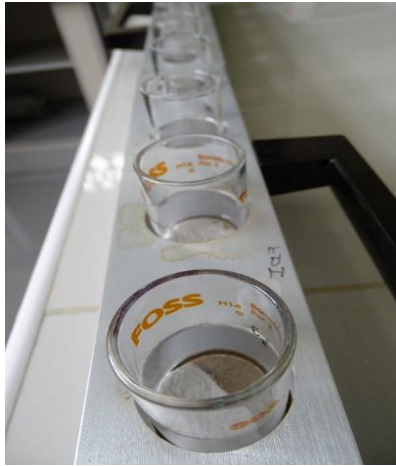
ANEXO 4. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA PROXIMAL DE MATERIA PRIMA GRASA



PROTEINAS



FIBRA





Anexo 1: Cálculos de la composición de las materias primas y formulación óptima**1. Proteínas:**

MUESTRA	PESO (gr)	GASTO (mL)	N (%)	PROTEÍNAS (%)
Harina de trigo	1.0055	14.11	1.951	12.22
Harina de kiwicha	1.0092	15.48	2.143	13.81
Harina de tarwi	1.0022	61.27	2.155	52.33
Form. Óptima	1.0033	15.43	2.136	13.511

2. Grasas:

MUESTRA	VASO (gr)	VASO + MUESTRA (gr)	(gr)	GRASA (%)
Harina de trigo	27.5194	27.6493	3.254	1.71
Harina de kiwicha	27.998	28.589	3.008	7.31
Harina de tarwi	27.991	28.201	3.134	22.93

3. Cenizas:

MUESTRA	CRISOL (kg)	MUESTRA (kg)	CRISOL + CENIZAS (kg)	CENIZAS (kg)	% CENIZAS
Harina de trigo	41.82	4.05	41.87	0.07	0.62
Harina de kiwicha	38.24	4.50	38.29	0.10	2.53
Harina de tarwi	47.72	4.39	37.76	0.10	2.43
Form. Óptima	28.39	4.01	44.45	0.09	0.942

– **ANÁLISIS DE HUMEDAD:**

Agregar un estimado de 5g de las muestras sobre la placa del equipo, Luego configurar el equipo a temperatura de 115°C. Esperar un tiempo de 10 minutos y luego anotar los resultados arrojados por el equipo.



– **ANÁLISIS DE CENIZA:**

Pesar en un crisol, previamente en la mufla y enfriado en el desecador. Pesar en el crisol 1g. De muestra e incinerar en la cocinilla eléctrica hasta total carbonización. Colocar la muestra y calcinar a 550 – 600°C por 3 a 5 horas, hasta cenizas blancas o blanco grisáceo. Retirar el crisol de la mufla y colocarlo en el desecador, enfriar 30 minutos a temperatura ambiente y pesar el residuo.



– **ANEXO 5. ANÁLISIS DE GRASA PARA LA FORMULACION OPTIMA (MÉTODO FOLCH):**

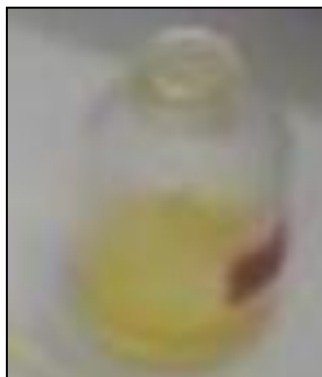
Pesar 10g de muestra en un tubo de centrifuga. Agregar 30 ml de reactivo de folch. Agitar manualmente y dejar reposar 1 hora.



Centrifugar por 15 minutos a 3000 rpm. Separar la parte liquida, y colocarla en un decantador. Adicionar 40 ml de NaCl 0,73% y agitar. Dejar reposar 30 minutos. Decantar la fase de abajo en un balón de fondo redondo con un filtro con sulfato de sodio.



Llevar al rotavapor eliminar todo el cloroformo. Obtener parte olea.



ANEXO 6. DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE GALLETAS CON SUSTITUCIÓN DE HARINA DE KIWICHA Y TARWI SEGÚN EL MÉTODO OFICIAL FAMEX AOAC 991.39 EN ALIMENTOS.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial



INFORME DE ENSAYO N° 001-A-2018

N° DE OFICIO : 277-2017-UNS-DFI
N° DE RECIBO DE PAGO :
CLIENTE : CARLOS SIFUENTES CISNEROS (TESISTA -UNS)
DIRECCIÓN :

PRODUCTO DECLARADO : Galleta Fortificada
TIPO DE ENVASE : POLIETILENO
TIPO DE EMPAQUE :
INFORMACIÓN DE LA ETIQUETA: Sin marca

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

LABORATORIO : NYT
FECHA DE RECEPCIÓN : 18/01/2018
FECHA DE ENSAYO : Inicio: 19.01.18 Término: 21.01.18
MÉTODO DE ENSAYO : AOAC official method 991.39 fatty acids in encapsulated fish oils and fish oil methyl and ethyl esters
: Instituto de Investigación Agroindustrial - Av. Universitaria S/N - Urb. Bellamar I etapa

RESULTADOS

ENSAYOS	ANÁLISIS: QUÍMICOS	
	CODIGOS	
	CONTROL	OPTIMO
Ácidos grasos (%)	Ácido Láurico: 12.6620 %	Ácido Láurico: 12.5710%
	Ácido Mirístico: 4.2690%	Ácido Mirístico: 4.27 00%
	Ácido Palmítico: 24.2165 %	Ácido Palmítico: 23.7430%
	Ácido esteárico: 11.5315 %	Ácido esteárico: 11.2895%
	Ácido Oleico(Cis-9): 22.9205%	Ácido Oleico(Cis-9): 23.6265%
	Ácido Linoleico (Cis-9-12): 22.1100%	Ácido Linoleico (Cis-9-12): 23.0250%
Observaciones: El análisis de cada muestra se realizó por duplicado y se reportó el promedio. , se adjunta los cromogramas de las muestras analizadas		

Nuevo Chimbote, 21 de Enero del 2018

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
TECNOLÓGICA AGROINDUSTRIAL

Dr. Daniel Sánchez Vique
Director (e) del IITA

– Preparación de la muestra:

Pesar 0.025g. de muestra (aceite) en un tubo, luego añadir 1.5ml de NaOH 0,5M, cubrir con nitrógeno y dejar a baño maría (5min. A 100°C)



Añadir 2 ml de BF_3 , nitrogenar y dejar en baño maría por 30 min. Luego se añade 5ml de NaCl saturado y 1ml de isooctano, agitar fuertemente luego se extrae la parte superficial (incoloro) al vial.



Finalmente se cubre con nitrógeno y los viales fueron inyectados en el equipo.

a. Parámetros de cromatógrafo de gases para metodología FAMEX AOAC

PARAMETROS DE CROMATOGRAFO DE GASES			
SPL1:		COLUMNA:	FID1 :
Gas portador: He	T° = 100°C	T° = 250°C	
T° = 225°C	Vol. Inyección =	Presión de H2 = 40Pa	
P = 261.5Kpa	1µL	Presión de Aire =	
Flujo total =		400Pa	
124ml/min			

ANEXO 7. RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL: OLOR, COLOR SUPERFICIE Y SABOR, TEXTURA Y ACEPTABILIDAD GENERAL:

panelista	test de olor										
	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f11
1	5	6	7	6	6	3	7	6	4	4	4
2	5	6	3	5	5	5	7	5	5	5	5
3	6	6	4	5	5	6	6	5	6	6	6
4	6	6	5	6	6	2	6	5	6	6	6
5	6	5	3	4	6	3	6	6	6	6	6
6	7	6	4	6	7	6	6	5	5	5	5
7	7	6	5	5	6	5	4	4	5	5	5
8	4	6	5	5	5	6	3	5	4	4	4
9	4	6	2	5	5	5	4	6	4	4	4
10	7	6	5	5	3	7	6	4	6	4	4
11	6	4	4	2	3	4	5	5	5	5	5
12	4	4	5	4	3	5	5	6	5	5	5
13	4	7	6	7	5	6	5	5	6	6	6
14	6	5	6	4	3	3	4	5	5	5	6
15	6	2	4	3	4	6	4	5	5	5	4
16	5	4	6	3	5	6	5	5	5	5	4
17	5	5	5	6	4	6	7	5	6	5	5
18	5	5	6	4	5	7	7	6	5	5	6
19	6	2	6	6	4	3	5	5	6	5	5
20	6	5	6	5	6	6	6	6	5	5	5
21	6	6	4	5	5	6	6	4	6	6	6
22	6	5	5	2	5	6	3	4	5	5	5
23	6	5	4	6	6	4	6	4	5	5	5
24	7	4	6	2	5	7	4	5	5	5	5
25	6	4	3	4	4	4	3	4	4	4	6
26	5	5	5	5	6	5	4	6	4	4	4
27	6	5	4	4	6	5	4	5	4	4	6
28	5	4	4	5	7	5	6	3	6	6	6
29	5	3	5	5	5	4	1	6	5	5	5
30	6	5	4	5	4	5	4	6	4	4	4
promedio	4.933	4.700	4.633	5.033	4.967	4.967	4.967	5.033	5.067	4.933	5.067

panelista	test de color										
	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f11
1	6	3	6	5	5	3	6	4	7	4	4
2	5	4	4	5	5	5	6	7	5	5	5
3	6	4	6	4	4	6	6	3	5	7	6
4	7	4	6	6	6	4	5	5	5	6	6
5	6	3	3	4	6	5	5	5	7	6	6
6	7	4	5	3	6	6	6	6	4	6	6
7	6	3	6	5	4	6	5	6	6	5	5
8	5	4	5	5	6	6	5	6	6	5	5
9	4	5	3	4	6	5	4	5	6	4	4
10	6	7	5	5	3	5	7	6	4	6	5
11	5	7	7	3	4	5	5	6	3	5	5
12	4	2	5	3	2	4	7	6	6	4	4
13	2	2	2	6	6	7	6	5	5	6	6
14	5	4	6	6	4	3	5	5	5	5	5
15	5	6	6	3	5	6	5	6	6	5	5
16	6	3	6	4	6	6	6	3	6	5	5
17	5	4	4	6	5	7	6	5	6	6	6
18	2	3	6	5	4	6	6	5	4	6	6
19	3	2	7	6	5	3	6	5	5	5	5
20	3	3	6	6	7	6	7	5	5	5	5
21	3	4	6	4	5	4	5	4	5	5	5
22	4	5	4	2	4	5	6	6	7	5	5
23	6	3	6	4	6	5	7	6	5	2	5
24	5	3	6	3	5	6	2	7	5	5	5
25	6	4	4	4	5	5	3	5	5	5	5
26	4	3	2	4	6	5	4	5	5	4	4
27	5	5	1	5	6	6	5	5	4	5	5
28	4	5	2	3	7	5	4	4	5	5	5
29	3	4	4	1	4	6	2	3	5	5	5
30	5	5	5	5	4	6	5	4	6	5	5
promedio	3.933	4.800	4.300	5.233	5.033	5.233	5.100	5.267	5.067	5.100	4.967

panelista	test de textura										
	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f11
1	3	4	7	6	4	4	4	2	6	5	4
2	5	3	6	4	5	6	4	7	4	4	4
3	3	3	4	4	4	7	4	3	4	5	5
4	6	4	6	4	6	5	3	6	4	5	5
5	3	4	3	4	4	4	6	5	7	5	5
6	6	3	5	5	3	5	4	5	5	6	6
7	6	4	5	6	2	5	3	7	4	4	4
8	4	3	3	5	2	5	4	7	6	5	7
9	2	3	3	5	2	5	3	5	6	4	4
10	6	4	2	7	3	6	4	6	6	5	5
11	6	3	6	4	5	7	4	6	6	6	6
12	7	2	6	5	5	3	5	6	5	5	5
13	1	3	3	7	6	7	5	5	3	4	4
14	6	4	5	3	3	3	6	5	4	4	4
15	6	3	4	2	3	5	6	6	5	4	4
16	6	5	5	4	3	6	4	3	6	6	5
17	4	4	5	5	3	7	6	3	6	5	7
18	5	3	4	5	5	6	6	4	5	5	6
19	5	4	6	3	5	4	4	5	6	6	5
20	5	3	6	6	3	7	6	6	5	5	4
21	5	2	7	5	5	6	6	6	4	5	5
22	5	3	5	5	4	6	3	5	7	5	6
23	7	2	3	6	1	5	4	6	5	5	4
24	4	3	3	3	3	7	2	6	5	4	4
25	5	5	3	4	4	5	4	5	5	5	5
26	5	3	3	4	6	4	5	4	4	5	5
27	6	3	4	5	3	4	5	5	4	5	5
28	6	4	3	5	2	4	3	3	5	5	5
29	4	4	2	5	2	5	4	3	5	5	5
30	5	3	4	3	3	2	4	4	6	5	5
promedio	3.367	4.367	4.633	5.167	3.700	4.367	4.967	5.100	4.900	4.933	4.800

panelista	test de sabor										
	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f11
1	6	3	6	3	2	4	4	4	7	5	5
2	5	3	4	5	3	6	3	7	5	5	5
3	7	3	4	4	3	6	5	5	4	5	5
4	5	5	3	5	4	5	5	6	4	4	4
5	4	5	3	4	4	4	6	5	6	5	5
6	6	3	3	6	4	6	3	5	5	5	5
7	7	2	5	4	4	5	5	7	6	7	4
8	5	4	5	3	2	5	5	6	5	4	6
9	5	5	2	6	2	4	5	4	5	5	6
10	6	4	6	6	3	5	5	6	5	6	5
11	6	6	5	4	4	5	5	5	5	6	6
12	7	6	5	5	4	4	4	5	4	5	5
13	4	5	5	6	4	7	5	5	4	6	6
14	5	4	4	2	5	3	6	6	5	6	5
15	6	5	6	5	5	6	6	6	5	6	6
16	5	5	4	5	4	6	5	5	6	4	4
17	4	5	4	5	3	6	5	4	5	6	6
18	5	5	4	4	3	6	6	4	5	5	5
19	6	5	3	4	4	4	4	5	5	6	5
20	5	4	4	5	3	5	5	6	5	4	6
21	7	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5
22	6	5	5	2	3	7	5	5	6	4	5
23	6	3	4	5	3	6	6	5	5	6	5
24	6	4	3	3	3	5	5	6	5	4	6
25	5	4	4	3	4	6	4	5	5	4	6
26	6	5	4	5	2	5	3	4	5	5	5
27	5	2	4	4	3	6	5	3	4	5	5
28	5	2	5	4	4	5	4	4	6	4	4
29	6	2	5	3	2	5	2	5	4	5	5
30	6	5	3	5	5	6	5	4	5	7	5
promedio	4.133	4.200	4.333	5.267	3.433	4.667	5.067	5.033	5.133	5.167	4.933

ANEXO 8. Tabla de ponderación para elegir mejor formulación:

FORMULACIONES

parametro	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Textura: Dureza				9							
Textura: fracturabilidad				6							
Color: luminosidad			-								
Color: cromacidad				-							
Color: ángulo de tono										6	
Color superficie			6								
Intensidad de olor	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
Sabor				20							
textura sensorial				20							
aceptabilidad general				20							
TOTAL %			13	58						6	

Parámetros	%
aceptabilidad general	27
Sabor	20
textura sensorial	20
Textura: Dureza	9
Color superficie	6
Color: ángulo de tono	-
Color: cromacidad	-
Color: luminosidad	7
Textura: fracturabilidad	6
Total	100

ANEXO 9. ANÁLISIS CROMATÓGRAFICO

INFORME DE ENSAYO N° 001-2017

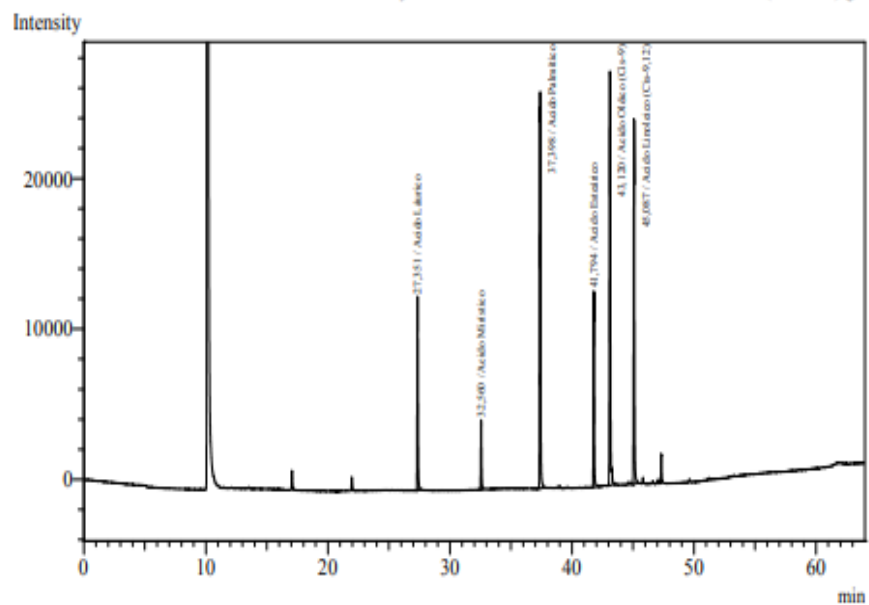
FECHA DE RECEPCION : 18/01/2018 11:53:48
MUESTRA : Galleta formulación optima y control
TIPO DE ENVASE : vial ámbar
CONDICION DE LA MUESTRA : En buen estado
INFORMACIÓN DEL ENSAYO
LABORATORIO : NYT – Instituto de Investigación Agroindustrial
FECHA DE ENSAYO : Inicio: 19.01.18 Término: 21.01.18
MÉTODO DE ENSAYO : AOAC Oficial method 991.39 fatty acids in encapsulated fish oils and fish oil methyl and ethyl esters

TIPO DE ÁCIDO GRASO	ÁCIDO GRASO	REPETICION 1		REPETICION 2	
		OPTIMO	CONTROL	OPTIMO	CONTROL
Saturados	Ácido Láurico	12.749	12.57	12.393	12.754
	Ácido Mirístico	4.271	4.269	4.269	4.275
	Ácido Palmítico	23.478	24.15	24.008	24.283
	Ácido esteárico	11.077	11.52	11.502	11.543
Monoinsaturado	Ácido Oleico	24.422	22.89	22.831	22.951
Poliinsaturado	Ácido Linoleico	24.004	22.09	22.046	22.13

A. CROMATOGRAMA (REP. OPTIMO1)

Analysis Date & Time : 14/03/2018 18:14:35
 User Name : Admin
 Vial# : 3
 Sample Name : o1
 Sample ID : o1
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume : 1,00
 ISTD Amount :

Data Name : C:\GCsolution\Data\Project1\FAMES\tesis-gilbert2018\o1.gcd
 Method Name : C:\GCsolution\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rt-2560).gem

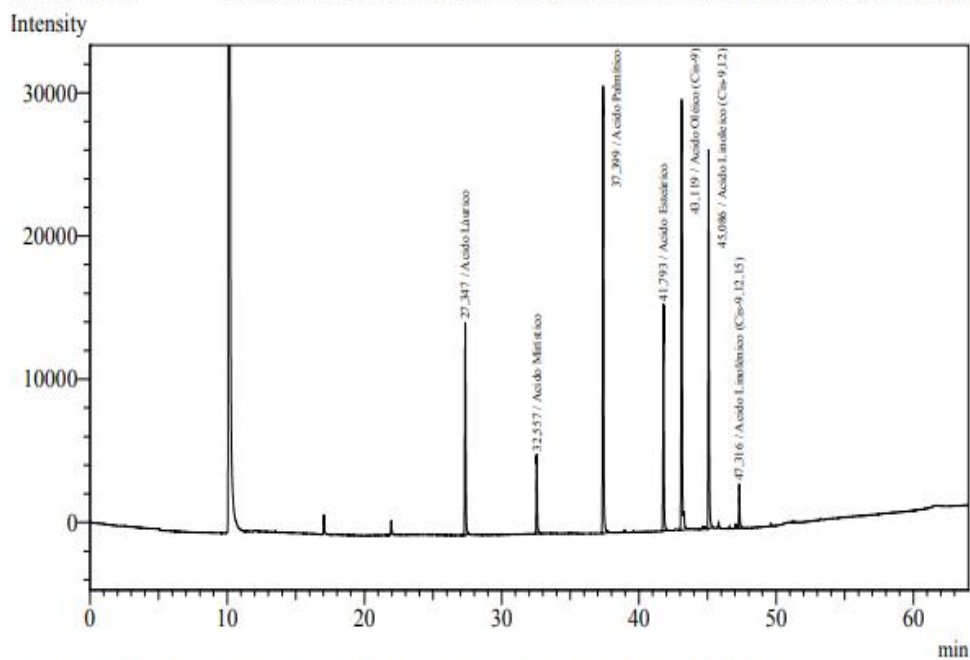


Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	ID#	Cmpd Name
1	27.351	59359	12873	12,749 %			6	Acido Láurico
2	32.560	21062	4605	4,271 %			8	Acido Mirístico
3	37.398	121620	26274	23,478 %	S		11	Acido Palmítico
4	41.794	58219	12999	11,077 %			14	Acido Estearico
5	43.120	129299	27434	24,422 %	S		16	Acido Oléico (Cis-9)
6	45.087	111240	24190	24,004 %			18	Acido Linoleico (Cis-9)
Total		500799	108375					

b. . CROMATOGRAMA (REP. CONTROL 1)

Analysis Date & Time : 14/03/2018 14:51:09
 User Name : Admin
 Vial# : 6
 Sample Name : c1
 Sample ID : c1
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume : 1,00
 ISTD Amount :

Data Name : C:\GCsolution\Data\Project1\FAMES\tesis-gilbert2018\c1.gcd
 Method Name : C:\GCsolution\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rt-2560).gcm

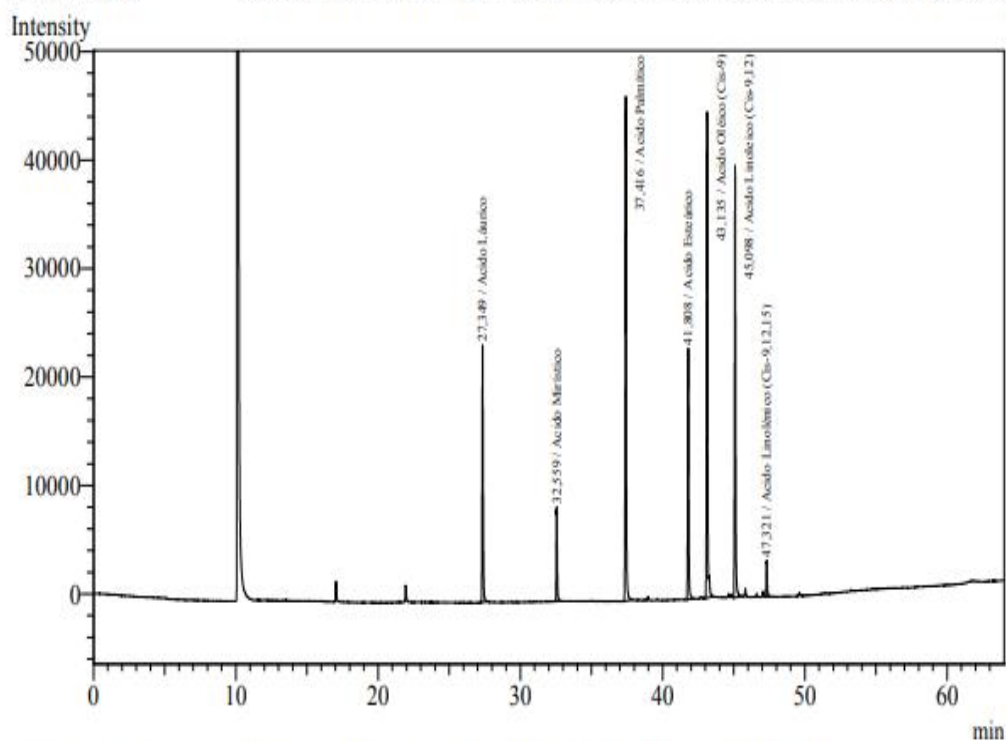


Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	ID#	Cmpd Name
1	27,347	67907	14781	12,393	%		6	Acido Láurico
2	32,557	24779	5516	4,269	%		8	Acido Mirístico
3	37,399	146361	31065	24,008	%	S	11	Acido Palmítico
4	41,793	71146	15798	11,502	%		14	Acido Estearico
5	43,119	142246	29992	22,831	%	S	16	Acido Oléico (Cis-9)
6	45,086	120228	26345	22,046	%		18	Acido Linoleico (Cis-9,12)
7	47,316	14135	3082	2,950	%		21	Acido Linolénico (Cis-9,12,15)
Total		586802	126579					

c. . CROMATOGRAMA (REP. CONTROL 2)

Analysis Date & Time : 14/03/2018 15:58:57
 User Name : Admin
 Vial# : 1
 Sample Name : c2
 Sample ID : c2
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume : 1,00
 ISTD Amount :

Data Name : C:\GCsolution\Data\Project1\FAMES\tesis-gilbert2018\c2.gcd
 Method Name : C:\GCsolution\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rt-2560).gcm



Peak#	Ret.Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	ID#	Cmpd Name
1	27,349	108458	23690	12,754	%		6	Acido Láurico
2	32,559	38504	8671	4,275	%		8	Acido Mirístico
3	37,416	229750	46448	24,283	%		11	Acido Palmítico
4	41,808	110808	23084	11,543	%	S	14	Acido Estearico
5	43,135	221926	44695	22,951	%	S	16	Acido Oléico (Cis-9)
6	45,098	187303	39708	22,130	%	S	18	Acido Linoleico (Cis-9,12)
7	47,321	15344	3321	2,064	%		21	Acido Linolénico (Cis-9,12,15)
Total		912093	189617					

ANEXO 10. ANALISIS MICROBIOLOGICO A LA FORMULACION OPTIMA Y CONTROL

A. Preparación de suero fisiológico

- Pesamos 1.8g de NaCl en un matraz y añadimos 200ml de agua destilada.
- Tapamos el matraz con tampones de algodón, y cubrir con papel aluminio.
- Autoclavamos por 15 minutos a 121°C.

B. Preparación de agar saborand (para 200ml)

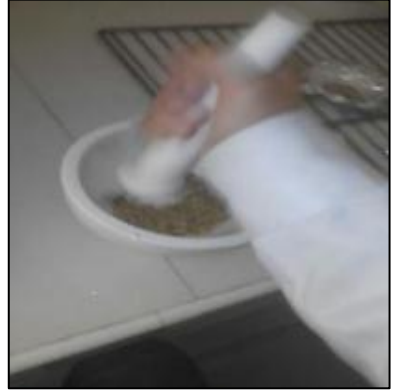
- Pesamos 8g. de glucosa, 2g. de peptona, 3.6g. de agar saborand en un matraz
- Añadimos 200ml de agua destilada.
- Tapamos el matraz con tampones de algodón, y cubrir con papel aluminio.
- Autoclavamos por 15 minutos por 121°C
- Añadir 3ml del agua destilada con la tetraciclina autoclavada

C. Agua destilada

- Autoclavamos 200ml de agua destilada por 15 minutos.
- Añadimos 2 pastillas tetraciclina de 500mg.

D. Preparación de la muestra (galletas)

- Pesar 10.0 g de muestra y pasarla a un matraz que contenga 90.0 ml de una solución suero fisiológico y homogenizar. Esta es la dilución primaria.
- De la solución anterior (muestra), tomar 1 ml y transferirlo a un tubo de ensayo que contenga 9 ml de suero fisiológico, agitamos y repetimos esta operación en dos tubos más. Se debe utilizar una pipeta estéril para cada dilución.
- Colocar por duplicado placas Petri estériles, 1 ml de cada una de las diluciones de la muestra, y fundir con 16ml aprox. del agar saborand preparado enfriarlos.
- El tiempo transcurrido entre la preparación de las diluciones y el momento en que es vertido el medio de cultivo no debe de exceder de 20.0 min.
- Mezclar cuidadosamente el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis en el sentido de las manecillas del reloj, seis en sentido contrario y seis de atrás hacia adelante, sobre una superficie lisa.
- Invertir las cajas y colocarlas en la incubadora a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, luego Contar las colonias de cada placa después de 3, 4 y 5 días de incubación.

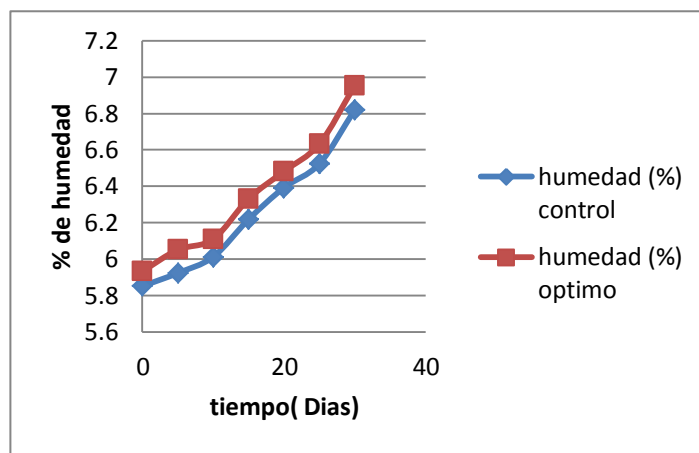


**ANEXO 11. EVALUACION DE LA VIDA UTIL A LA FORMULACION ÓPTIMA
A. ANÁLISIS SENSORIAL (SABOR Y ACEPTACIÓN GENERAL)**

fecha	evaluación	muestra	PANELISTAS										promedio
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
11/12/2016	SABOR	CONTROL	7	6	6	6	6	5	6	6	6	5	5.9
		OPTIMO	7	7	7	7	6	6	7	6	6	6	6.5
	TEXTURA	CONTROL	7	7	6	5	5	5	6	5	5	6	5.7
		OPTIMO	6	6	6	6	7	7	5	6	6	6	6.1
	A. GENERAL	CONTROL	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	5.8
		OPTIMO	7	7	6	6	5	6	7	6	6	7	6.3
14/12/2016	SABOR	CONTROL	6	6	6	5	6	5	6	6	6	5	5.7
		OPTIMO	7	6	7	6	6	6	6	6	5	6	6.1
	TEXTURA	CONTROL	7	6	6	5	5	5	6	6	5	5	5.6
		OPTIMO	6	6	6	5	6	6	5	6	5	6	5.7
	A. GENERAL	CONTROL	6	6	6	5	6	6	5	5	6	6	5.7
		OPTIMO	7	6	6	6	5	6	6	6	6	7	6.1
17/12/2016	SABOR	CONTROL	6	6	6	5	6	5	6	5	6	5	5.6
		OPTIMO	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5.9
	TEXTURA	CONTROL	6	6	6	5	5	5	6	6	5	5	5.5
		OPTIMO	6	6	5	5	6	6	5	6	5	6	5.6
	A. GENERAL	CONTROL	6	6	5	5	6	6	5	5	6	6	5.6
		OPTIMO	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6	5.8
21/12/2016	SABOR	CONTROL	6	5	5	6	6	5	5	5	6	5	5.4
		OPTIMO	6	5	5	6	6	6	6	6	5	6	5.7
	TEXTURA	CONTROL	6	6	5	5	5	5	5	6	6	5	5.4
		OPTIMO	6	6	5	5	5	5	5	6	5	6	5.4
	A. GENERAL	CONTROL	5	5	5	5	6	6	5	5	6	6	5.4
		OPTIMO	6	5	5	6	4	5	6	5	6	6	5.4
23/12/2016	SABOR	CONTROL	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4.7
		OPTIMO	5	5	4	5	6	5	4	5	5	5	4.9
	TEXTURA	CONTROL	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4.7
		OPTIMO	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4.8
	A. GENERAL	CONTROL	5	4	4	5	5	6	5	5	5	4	4.8
		OPTIMO	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4.9
26/12/2016	SABOR	CONTROL	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4.5
		OPTIMO	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4.4
	TEXTURA	CONTROL	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4.3
		OPTIMO	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4.4
	A. GENERAL	CONTROL	4	3	4	5	4	4	5	4	5	4	4.2
		OPTIMO	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4.6
29/12/2016	SABOR	CONTROL	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3.8
		OPTIMO	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3.7
	TEXTURA	CONTROL	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3.7
		OPTIMO	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3.9
	A. GENERAL	CONTROL	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3.7
		OPTIMO	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3.7
08/01/2017	SABOR	CONTROL	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	3
		OPTIMO	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3.1
	TEXTURA	CONTROL	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3.3
		OPTIMO	3	4	3	3	4	3	2	3	3	3	3.1
	A. GENERAL	CONTROL	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		OPTIMO	3	3	4	4	3	3	3	3	2	3	3.1

B. VIDA ÚTIL CON HUMEDAD PRODUCTO:

tiempo (días)	Humedad (%)	
	control	optimo
0	5.851	5.933
5	5.923	6.051
10	6.012	6.109
15	6.218	6.331
20	6.392	6.482
25	6.523	6.632
30	6.819	6.952



Ecuación completa: $y = 0.0328x + 5.8637$

$R^2 = 0.9644$

Pendiente = 0.0328

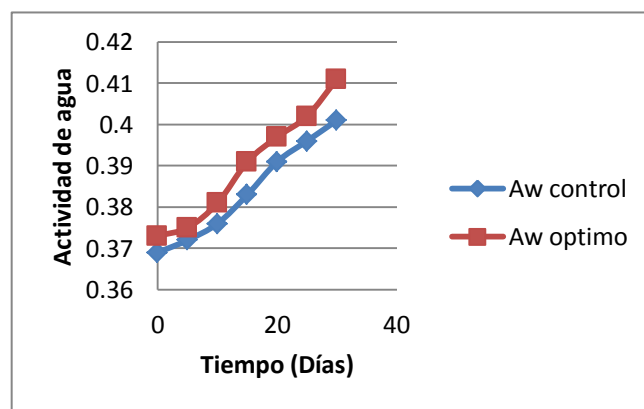
Intercepto = 5.8637

Y = 12 % (límite de confiabilidad)

Vida útil (x) = 42.456 días

C. VIDA ÚTIL CON ACTIVIDAD DE AGUA EN PRODUCTO

tiempo (días)	Aw	
	control	optimo
0	0.369	0.373
5	0.372	0.375
10	0.376	0.381
15	0.383	0.391
20	0.391	0.397
25	0.396	0.402
30	0.401	0.411



$R^2 = 0.9644$

Pendiente = 0.0013

Intercepto = 0.3703

Y = 12 % (límite de confiabilidad)

Vida útil (x) = 45.956 días