

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA
AGROINDUSTRIAL



**“EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE GALLETAS
ENRIQUECIDAS CON CHÍA (*salvia hispánica*) Y ACEITE
EXTRAÍDO DE TARWI (*Lupinus Mutabilis*)”**

**PRESENTADO POR: YULISSA MILAGROS SALVATIERRA
PAJUELO Y MAYRA STEFANY AZORZA RICHARTE**

**TESIS PARA OPTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**NUEVO CHIMBOTE – PERU
2017**

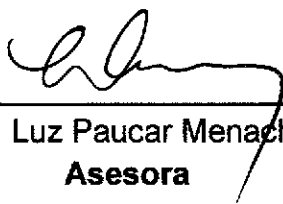
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

El presente Trabajo de Tesis titulado: **"EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE GALLETAS ENRIQUECIDAS CON CHÍA (*salvia hispánica*) Y ACEITE EXTRAÍDO DE TARWI (*Lupinus Mutabilis*)"**, ha contado con el asesoramiento de quien deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de Asesora.



Dra. Luz Paucar Menacho
Asesora

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

**“” EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE GALLETAS
ENRIQUECIDAS CON CHÍA (*salvia hispánica*) Y ACEITE
EXTRAÍDO DE TARWI (*Lupinus Mutabilis*)””**

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

Revisada y Aprobada por el Jurado Evaluador:

Dra. Elza Aguirre Vargas
Presidente

Dra. Luz Paucar Menacho
Secretaria

Dr. Victor Castro Zavaleta
Integrante

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

A Dios, el cual guía cada uno de mis pasos y me da la fortaleza para seguir adelante y por haberme dado unos padres maravillosos a los cuales amo.

Mayra E. Azorza Richarte

A ¡Mis madres! Sra. Luisa Guevara C. quien me ha dado su amor y apoyo para seguir adelante y a Doris Pajuelo G. quien me apoyo en todo este tiempo con cada logro.

Yulissa M. Salvatierra Pajuelo

A mi novio Joel por apoyarme en cada etapa de mi vida, y a mis hermanas Maricielo y Melissa por permitirme ser el ejemplo de ellas.

Mayra E. Azorza Richarte

A Dios, que siempre me ilumina, me protege y cuida; dándome fuerzas para seguir adelante, conservando la fe y la esperanza.

Yulissa M. Salvatierra Pajuelo

TABLA DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCION	1
II.	MARCO TEORICO	7
2.1	GALLETAS	7
2.1.1.	INGREDIENTES EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS	8
2.1.2	GALLETAS COOKIE	12
2.2.	EXPORTACIÓN DE GALLETAS	13
2.3.	TARWI (Lupinus Mutabilis)	13
2.3.1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA	14
2.3.2.	COMPOSICIÓN DE LÍPIDOS DE TARWI.....	16
2.3.3.	ELIMINACIÓN DE ALCALOIDES	18
2.4.	COMERCIALIZACIÓN Y PRODUCCIÓN	19
2.5.	CHÍA (Salvia Hispánica)	20
2.5.1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE CHÍA	20
2.5.2.	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LOS PRINCIPALES ÁCIDOS GRASOS DE LA SEMILLA DE CHÍA.....	22
2.6.	FUNCIÓN DE LOS LÍPIDOS EN EL ORGANISMO	23
2.7.	ALIMENTOS FUNCIONALES	27
2.8.	LAS GALLETAS COMO ALIMENTO FUNCIONAL	28
III.	MATERIALES Y METODOS	29
3.1.	MATERIAS PRIMAS E INSUMOS	29
3.2.	MATERIALES Y REACTIVOS	29
3.3.	EQUIPOS	31
3.4.	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	32
3.4.1.	ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA DE LEGUMINOSAS	32
3.4.3.	EXTRACCIÓN DE ACEITE DE TARWI.....	32
3.4.4.	FORMULACIÓN DE GALLETAS TIPO COOKIE.....	33
3.4.5.	PREPARACIÓN DE GALLETAS TIPO COOKIE	33
3.5.	MÉTODOS DE ANALISIS	34
3.5.1.	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS LEGUMINOSAS: TARWI Y CHÍA	34
3.5.2.	CARACTERIZACIÓN FÍSICOS-QUÍMICA A LA MATERIA GRASA DE TARWI Y SEMILLA CHÍA (EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA CALIDAD DE SU MATERIA GRASA).....	34
3.5.3.	CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA EN LAS FORMULACIONES	36
3.5.4.	CARACTERIZACIÓN SENSORIAL EN LAS FORMULACIONES.....	37
3.5.5.	DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL.....	38
3.5.6.	ANÁLISIS DEL PRODUCTO OPTIMIZADO	38

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	39
3.6.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS ENRIQUECIDAS	39
3.7. DISEÑO ESTADÍSTICO	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	46
4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS A LA MATERIA PRIMA	46
4.1.1. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS SEMILLAS DE CHÍA Y TARWI AMARGO Y DESAMARGADO	46
4.1.2. EVALUACIÓN FARINOLÓGICA A LA HARINA GALLETERA (TRIGO)	49
4.2. EVALUACIÓN EN LAS GALLETAS TIPO COOKIE	59
4.2.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS EN LAS GALLETAS	59
4.2.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DE ATRIBUTOS: TEST DESCRIPTIVO Y PRUEBAS AFECTIVAS	94
4.2.3. EVALUACIÓN DE LA FORMULACIÓN OPTIMA	110
4.2.4. CARACTERIZACIÓN QUÍMICO PROXIMAL AL OPTIMO	110
4.2.5. CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA EN DÍAS DE ALMACENAMIENTO	113
4.2.6. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	119
4.2.7. VIDA ÚTIL DE LA FORMULACIÓN OPTIMA	121
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	123
VII. ANEXOS	131

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios fisicoquímicos de galletas	7
Tabla 2: composición nutricional de galleta tipo cookie con chispas de chocolate	12
Tabla 3: Composición nutricional de principales cultivos andinos del Perú	14
Tabla 4: Composición nutricional de tarwi (lupinus mutabilis)	16
Tabla 5: Perfil de ácidos grasos de diferentes aceites vegetales (% de ácidos grasos totales) ..	17
Tabla 6: perfil ácidos grasos de diferentes aceites vegetales (% de ácidos grasos totales)	18
Tabla 7 : producción de granos andino año 2015 - Perú	20
Tabla 8: Composición nutricional de semillas de chía (salvia hispánica)	22

Tabla 9: Contenido de ácidos grasos (g AG/100 g grasa) en aceites de cuatro lotes de semillas de chía (salvia hispánica L.) analizadas	23
Tabla 10: Formulación base para 2.5Kg de masa	33
Tabla 11: a) Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2 ² , incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central b) variables dependientes del delineamiento experimental (DCCR)2 ²	44
Tabla 12: Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2 ² . .45	
Tabla 13: Composición Químico Proximal de granos de tarwi amargo y desamargado.....	46
Tabla 14: Composición químico proximal de semillas de Chía	48
Tabla 15: farinografía para masas con harina de trigo	50
Tabla 16: Amilografía para masas con harina de trigo.....	51
Tabla 17: análisis Físico-químicos de aceites crudos de tarwi desamargado y chía	52
Tabla 18: ácidos grasos presentes en aceites crudos de tarwi desamargado y chía.....	54
Tabla 19: Efecto de la temperatura sobre el OSI de aceite de tarwi desamargado y chía	57
Tabla 20: Respuestas del análisis composición ácidos grasos de las galletas tipo cookie enriquecidas con semillas de chía y aceite de Tarwi	60
Tabla 21: Coeficientes de regresión para la respuesta de ACIDO LINOLEICO (omega 6) en el análisis cromatógrafo de las galletas (día 0)	62
Tabla 22: ANOVA de ácido linoleico (omega 6) en el análisis cromatográfico de las galletas tipo cookie.....	63
Tabla 23: Coeficientes de regresión para la respuesta de ACIDO LINOLENICO (omega 3) en el análisis cromatográfico de las galletas (día 0).....	67
Tabla 24: ANOVA de ácido alfa linolènico (omega 3) en el análisis cromatográfico de las galletas (día 0)	68
Tabla 25: % grasa (base seca) para todas las formulaciones (Día 0).....	71
Tabla 26: Datos de dureza y fracturabilidad para todas las formulaciones.....	74
Tabla 27: Coeficientes de regresión para la respuesta DUREZA	75
Tabla 28: ANOVA del estudio de dureza en las galletas	76
Tabla 29: Coeficientes de regresión para la respuesta FRACTURABILIDAD	79
Tabla 30: ANOVA del estudio de fracturabilidad en las galletas.....	80
Tabla 31: Respuestas del análisis color instrumental de las galletas enriquecidas con semillas de chía y aceite de Tarwi.....	84
Tabla 32: Coeficientes de regresión para la respuesta L* (luminosidad) en el análisis de colorimetría de las galletas (día 0).....	85
Tabla 33: ANOVA para luminosidad (L*) en el análisis de colorimetría de las galletas.....	86
Tabla 34: ANOVA para croma (h) en el análisis de colorimetría de las galletas.....	90
Tabla 35: Coeficientes de regresión para la respuesta C* (Croma) en el análisis de colorimetría de las galletas (día 0).....	91
Tabla 36: ANOVA para croma (C*) en el análisis de colorimetría de las galletas	92
Tabla 37: Respuestas del análisis de evaluación sensorial test descriptivo y de calidad de galletas enriquecidas con semillas de chía y aceite de Tarwi	95
Tabla 38: Coeficientes de regresión para la respuesta color superficie de la evaluación sensorial descriptiva (día 0).....	96
Tabla 39: ANOVA para croma (C*) en el análisis de colorimetría de las galletas	97
Tabla 40: Coeficientes de regresión para la respuesta olor superficie de la evaluación sensorial descriptiva (día 0)	99
Tabla 41: ANOVA para intensidad de olor de las galletas (día 0)	100

Tabla 42: Coeficientes de regresión para la respuesta dureza dedo de la evaluación sensorial descriptiva (día 0)	101
Tabla 43: ANOVA para dureza dedo de las galletas (día 0).....	102
Tabla 44: Coeficientes de regresión para la respuesta aceitosidad de la evaluación sensorial descriptiva (día 0)	103
Tabla 45: ANOVA para el análisis aceitosidad de las galletas(día 0).....	103
Tabla 46: Coeficientes de regresión para la respuesta color superficie de la evaluación sensorial descriptiva (día 0).....	106
Tabla 47: ANOVA para croma (C*) en el análisis de colorimetría de las galletas	106
Tabla 48: Coeficientes de regresión para la respuesta color superficie de la evaluación sensorial descriptiva (día 0).....	108
Tabla 49: ANOVA para croma (C*) en el análisis de colorimetría de las galletas	109
Tabla 50: Composición porcentual (%) de las galletas Control con mejor formulación (Optima).	110
Tabla 51: composición de ácidos grasos (%) de las galletas control con la mejor formulación (optima).....	111
Tabla 52: Variación de índice de peróxido de las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°).....	113
Tabla 53: Variación de % acidez de las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°C)	115
Tabla 54: Variación de la aceptación de SABOR para las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C).....	116
Tabla 55: Variación de INTENSIDAD DE COMPRA para las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C)	118
Tabla 56 : requisitos microbiológicos para los productos de panificación, galletería y pastelería	120
Tabla 57. Análisis microbiológico de la galleta con mejor formulación (Optima), durante los días 0, 10, 20 y 30 de almacenamiento a temperatura ambiente(23 °C).....	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estructuras de los ácidos linolénico (ALA).....	25
Figura 2. Estructuras químicas de los ácidos Eicosapentaenoico (EPA) y Docosahexaenoico (DHA).....	25
Figura 3. Estructura de ácido linoleico	26
Figura 4. Estructura del ácido araquidónico	26
Figura 5. Estructura de ácido oleico	27
Figura 6: Remojo de granos de tarwi con agua potable	32
Figura 7: flujograma de proceso, extracción de aceite de tarwi por prensado ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 8: Pesado de ingrediente	39
Figura 9: batido de ingredientes del cremado	40
Figura 10: mezcla de ingredientes solidos.....	40
Figura 11: batido de todos los ingredientes	40
Figura 12: Amasado de la mezcla de ingredientes.....	41

Figura 13: formado de galletas, boleado de 15g	41
Figura 14: horneado de galletas cookie	42
Figura 15: enfriamiento de las galletas tipo cookie	42
Figura 16: envasado en bolsas de polietileno.....	43
Figura 17: Almacenamiento a Temperatura ambiente de galletas cookie	43
Figura 18: farinografía para masas con harina de trigo galletera	50
Figura 19: Amilografía para masas con harina de trigo galletera.....	51
Figura 20: Cromatograma de ácidos grasos para materia grasa extraída de semilla chía	54
Figura 21: Cronomatograma de ácidos grasos para materia grasa extraída de tarwi	55
Figura 22: Composición de Ácidos Grasos del aceite de tarwi y chía extraído por prensado	56
Figura 23: Curvas obtenidas en el Rancimat con aceite de tarwi y chía a diferentes temperaturas y los correspondientes períodos de inducción. (a*) y (b*)	58
Figura 24: superficie de respuesta: (a) y curvas de contorno (b) para el parámetro Ácido graso linoleico (omega 6) del análisis cromatógrafo de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones	64
Figura 25: a) gráfico de linealidad y b) Pareto para el parámetro Ácido graso oleico (omega 6)	65
Figura 26: superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el parámetro Ácido graso linolenico(omega 3) del análisis cromatográfico de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones	69
Figura 27: a) gráfico de linealidad y b) Pareto de efectos estimados para el parámetro Ácido graso alfa-linolenico (omega 3)	70
Figura 28: composición de ácidos grasos insaturados en las formulaciones	72
Figura 29: 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 aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones	77
Figura 30: a) gráfico de linealidad y b) Pareto para el parámetro de Dureza.....	78
Figura 31: 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 aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones	81
Figura 32: a) gráfico de linealidad y b) Pareto para el parámetro de Dureza.....	82
Figura 33: 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 aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones.....	87
Figura 34: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para el parámetro luminosidad (L*)	88
Figura 35: Diagrama de Pareto para el parámetro ángulo de tono (h*)	89
Figura 36: 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 aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones (Día 0)	93
Figura 37: Gráfico de Pareto para el parámetro Cromaticidad (C*).....	94
Figura 38: superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el atributo color superficie de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones (Día 0)	98
Figura 39: Diagrama de Pareto de efectos significativos % aceite de tarwi y % chía para la respuesta sensorial de Color Superficie de las galletas	98

Figura 40: superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el atributo aceitosis de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones (Día 0)	104
Figura 41: a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos significativos % aceite de tarwi y % chía para la respuesta aceitosis de las galletas	105
Figura 42: superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el atributo dureza incisivos de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones (Día 0)	107
Figura 43: superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el SABOR en las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones (Día 0).....	109
Figura 44: Cromatograma de ácidos grasos para la cookie enriquecida con semillas de chía y aceite de tarwi seleccionada como OPTIMO (F3).....	112
Figura 45: Cromatograma de ácidos grasos para la cookie CONTROL, sin ningún ingrediente del diseño	112
Figura 46: Variación de índice de peróxido de las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C).....	114
Figura 47: Variación de ACIDEZ de las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C)	115
Figura 48: Variación de índice de peróxido de las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C).....	117
Figura 49: Variación de índice de peróxido de las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C).....	118
Figura 50: Variación de recuento de mohos y levaduras (UFC/g) para las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a 25°C	120

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de la concentración porcentual de aceite tarwi (X_1) y semillas de chía (X_2) en su calidad tecnológica (CT) y sensorial (CS) de las cookies. Se utilizó un DCCR 2^2 con un total de 11 tratamientos donde los valores de los niveles fueron para X_1 (5,05;5,05;12;12;6;9;4;14;9;9;9) y X_2 (3,02;8,08;3,02;8,08; 2;10; 6;6;6;6;6) y un control (F0) elaborado con harina de trigo. Las CT muestran que X_1 mejora el color y dureza, mientras que AG-linoleico (omega 6), AG-linolenico (omega 3) y fracturabilidad tuvieron influencia significativa por ambos factores (X_1 , X_2). Para CS mostraron que las cookies con X_1 presentan significancia en Sabor, y dureza incisivos en relación al F0, mientras que color superficial fue afectada por ambos factores. La formulación optima presenta 12% (X_1) y 3,02% (X_2) y su vida en anaquel fue de 40 días.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of the percentage concentration of tarwi oil (X1) and chia seeds (X2) on its technological (CT) and sensory (CS) quality of the cookies. A DCCR 22 was used with a total of 11 treatments where the values of the levels were for X1 (5.05, 5.05, 12; 12; 6; 9; 4; 14; 9; 9; 9) and X2 (3.02, 8.08, 3.02, 8.08 , 2, 10, 6, 6, 6, 6, 6) and a control (F0) made with wheat flour. The CTs show that X1 improves the color and hardness, while AG-linoleic (omega 6), AG-linolenic (omega 3) and fracturability had significant influence by both factors (X1, X2). For CS showed that the cookies with X1 have significance in flavor, and hardness incisors in relation to F0, while surface color was affected by both factors. The optimal formulation presents 12% (X1) and 3.02% (X2) and its shelf life was 40 days.

I. INTRODUCCION

a. Antecedentes del estudio

Entre los estudios más importantes desarrollados sobre la oleaginosa tarwi (*Lupinus Mutabilis*), destaca el realizado por **(Pastor, 2013)**, esta presente investigación hace referencia comparativa de estudios acerca del efecto del procesamiento sobre el contenido de ácidos grasos, tocoferoles y esteroides en los aceites de la quinua, el chocho, el amaranto y el sangorache en caliente se trabajó con 3 variedades de chocho, 4 variedades de quinua, 2 variedades de amaranto y 1a variedad de sangorache, se procedió a la extracción de aceite utilizando hexano, en el perfil de ácidos grasos, se destacó el contenido de ácido oleico con 51.13 % p/p en el aceite de chocho 450 crudo, mientras que en el aceite de quinua sobresalió la quinua pata de venado extruida con 55.97% p/p

(Castillo, 2014), se realizan estudios sobre la elaboración de geles a partir de extractos etanólicos, alcaloidales y lipídicos de dos variedades de chocho (*lupinus mutabilis sweet*): 450 andino y criollo, posterior a la aplicación de los geles en las heridas producidas en ratones, evaluación de la actividad cicatrizante. Se pudo comprobar la eficacia de la actividad cicatrizante de todos los geles mediante el seguimiento continuo de los mismos y la aplicación. los extractos lipídicos fueron obtenidos por extracción en soxhlet. el porcentaje de rendimiento fue de 16% p/p. además, presenta un elevado contenido de aceite de un 14-24% p/p , prevaleciendo los ácidos grasos oleico (48% p/p), linoleico (27% p/p) y linolénico (2.56% p/p).

(Lema, 2016), se desarrolló una reciente investigación sobre la evaluación de un producto nutracéutico elaborado a base de los extractos lipídicos de chocho (*Lupinus Mutabilis*) y hojuelas de frutas deshidratadas, sobre los niveles del perfil lipídico y glicemia. se pretendió generar un alimento natural que posea propiedades beneficiosas para la salud. Para lo cual se utilizaron métodos de maceración, extracción con Soxhlet del grano de chocho, obteniendo así los extractos lipídicos de 2 variedades de chocho. El chocho 450 y criollo reportan porcentajes altos de aceite alcanzando un porcentaje de rendimiento en cada variedad, chocho 450, 17% p/p y chocho criollo 15% p/p, Se llegó a la conclusión

que un alimento nutracéutico elaborado a base de hojuelas de frutas deshidratadas y extracto lipídico de chocho que posee propiedades capaces de modificar favorablemente el perfil lipídico en animales de experimentación gracias al contenido de ácidos grasos que posee el chocho.

(**Gallardo et al 2015**), se desarrolló el proyecto “industrialización y comercialización de galletas nutricionales de chía y mandarina para sustituir el consumo de las galletas chatarras” Para el presente estudio se planteó como objetivo el desarrollo de una formulación de galletas enriquecida con omega 3 de fuente vegetal. Como fuente de ácidos grasos se utilizó la semilla de chía que tiene alrededor de un 17% de omega 3. Para la obtención de esta formulación se trabajó con un DCCR de las variables dependientes: concentración de materia grasa de 8 a 16% y concentración de semilla de chía de 4 y 10% los límites fueron definidos tecnológicamente y funcionalmente.

(**Bautista et al 2002**); se realizó el “Desarrollo, valor nutricional y características funcionales de galletas elaboradas con chía y linaza”; se desarrollaron 6 formulaciones: linaza-chía sucralosa, linaza-chía-fructosa, linaza-fructosa, linaza sucralosa, chía-sucralosa y chía-fructosa. Fórmula típica: 450 g de harina integral de trigo, 50 g de chía o linaza, 150 ml de aceite, 16 g de sucralosa o 125g de fructosa, 5g de lactomina, 5 g de Royal y 200 ml de agua. Se realizó la evaluación sensorial por prueba afectiva (Sancho, 2000) Entre los principales ingredientes que se utilizan en la elaboración de galletas se encuentran la manteca vegetal y la margarina; ambos, se obtienen por hidrogenación catalítica de los aceites vegetales. Durante la hidrogenación catalítica, algunos de los dobles enlaces son isomerizados, cambiando de su forma natural cis a la forma trans. (List, 2004).

(**Aredo et al 2014**), desarrollaron “El Método de Superficie de Respuesta y el Modelamiento Difuso en el desarrollo de una galleta con semillas de chía (*Salvia Hispanica L.*)”. Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar una galleta con semillas de chía (*Salvia Hispanica L.*) evaluando el efecto de la sustitución de harina de trigo por las semillas (3.5 – 10%) y de la temperatura de horneado (130 – 170 °C) sobre las características sensoriales (sabor y textura), por medio de la

metodología de superficie de respuesta y modelamiento difuso de la aceptabilidad sensorial (intersección difusa del sabor y textura). Un diseño compuesto central rotacional (DCCR), observando que una menor sustitución con semillas de chía y una menor temperatura de horneado permiten maximizar las características sensoriales. Las zonas óptimas por intersección de superficies de respuesta (3 - 3.6% chía y 125 - 130°C) y por superficie de respuesta previo modelamiento difuso (aceptabilidad sensorial) (3 - 3.7% chía y 125 - 133°C) fueron similares, con lo cual se establece un antecedente de aplicación del modelamiento sensorial difuso en galletas.

b. Formulación del problema

b.1. Realidad problemática:

En los últimos años se ha producido un inusual interés en el cultivo de tarwi debido a la valoración de sus componentes, desde el punto de vista nutritivo, sin embargo, no hay mucha tecnología agroindustrial con este producto. El tarwi es una leguminosa cuya cantidad de proteínas y grasas se asemejan mucho a las del pescado y carne de res. Hoy en día el consumo de galletas forma parte de una dieta equilibrada, gracias al aporte energético de sus macronutrientes, y a las vitaminas y minerales que contienen. La ventaja de las galletas es que su aporte energético es fácilmente modulable. Estudios preliminares muestran que el aceite de tarwi es una buena fuente de ácidos grasos esenciales omega 3 (3.3%), omega 6 (28,47%) y el de chía alrededor de (17%) en omega 3, estos se metabolizan rápidamente transformándose en energía. Estos atributos, convierten a esta leguminosa en una alternativa viable no solo para combatir la desnutrición, sino también para combatir la desnutrición, sino también para disminuir el colesterol y prevenir enfermedades crónicas.

b.2. Enunciado del problema

¿Cuál será la mejor formulación para obtener galletas enriquecidas que entregue al consumidor un porcentaje de dosis recomendadas de omegas de 250 a 500mg de omega 3 y 1000mg de omega 6 en 100g por día y de aceptable calidad?

c. Objetivos

c.1. Objetivo General

Evaluar el efecto del enriquecimiento de las galletas con aceite de tarwi y semillas de chía en las características tecnológicas y sensoriales, así mismo cumplan con un porcentaje de dosis recomendada en ácidos grasos poliinsaturados a fin de optimizar las formulaciones en base al diseño Central Compuesto Rotacional 2².

c.2. Objetivos Específicos

- Determinar la composición proximal de las semillas de chía y tarwi desamargado seco.
- Determinar las características físico-químicas a la materia grasa de tarwi y semilla chía: índice de acidez, índice de refracción, ácidos grasos, índice de peróxido y estabilidad oxidativa.
- Determinar el contenido de ácidos grasos con dosis recomendada de 1100 mg de omega 3, 12000mg de omega 6 por día para todas las formulaciones a evaluar.
- Determinar las características tecnológicas: textura instrumental, colorimetría, humedad y porcentaje de grasa para todas las formulaciones.
- Determinar las características sensoriales: color superficie, intensidad de olor, dureza dedo, aceitosidad (bucal), dureza incisivos (esfuerzo de corte) y sabor.
- Determinar la composición proximal y el tiempo de vida útil de las galletas seleccionadas como la óptima.

d. Formulación de la Hipótesis

La concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las galletas tipo cookie afecta la aceptación de la calidad tecnológica, sensorial y nutritiva en omegas 3 y 6.

d.1. Hipótesis Nula

H₀ = No existe ninguna diferencia significativa, respecto al porcentaje de aceite de tarwi y semillas de chía en la aceptación de la calidad tecnológica, sensorial y nutritiva en omegas 3 y 6 en las galletas.

d.2. Hipótesis Alterna

H₁= Existe diferencia significativa, respecto al porcentaje de aceite de tarwi y semillas de chía en la aceptación de la calidad sensorial y nutritiva en omegas en las galletas.

e. Justificación del estudio

Social:

Uno de los principales problemas que surge es la desnutrición y el hambre que vienen ser causantes por la falta de inclusión de micronutrientes y macronutrientes los alimentos que aportan energía y se necesitan consumir cada día para tener una alimentación equilibrada, aportando nutrientes como los hidratos de carbono, proteínas, y grasas, siendo base de una alimentación saludable. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2013). Las galletas son alimentos de consumo masivo y de alta aceptabilidad a nivel mundial, debido a su bajo costo, su facilidad de preparación y almacenamiento. Es por ello que en la investigación se planteó desarrollar un nuevo tipo de galletas, sustituyendo nuevas fuentes de Omegas, utilizando el aceite de tarwi y las semillas de chía

Económico:

En los últimos años se ha incrementado el interés científico y público en el rol de ciertas grasas denominadas ácidos grasos poliinsaturados (Sahara, 2007). Es así como las autoridades sanitarias recomiendan aumentar el consumo de ácido graso poliinsaturado omega 3, omegas 6, en especial los de cadena larga (EPA y DHA), cuya fuente principal es el pescado. Sin embargo, las sociedades tienden a incluirlo muy poco en la dieta. Posiblemente su elevado precio hace que en muchas ocasiones el consumidor prefiera otros alimentos de mayor comodidad y menor precio. Una forma eficaz de aumentar la ingesta es la fortificación o la adición de ácidos grasos omega a alimentos de uso cotidiano y menor precio.

Científico:

Hoy en día el procesamiento industrial de esta semilla tarwi (chocho) oriunda de la sierra no es muy difundido, a pesar que el aceite es un ingrediente funcional para la industria alimentaria, sin embargo, dado que el consumidor últimamente tiene una tendencia a cambios de régimen alimenticio enfocados en el cuidado de la salud, exigen mejoras en la tecnología. Esta es la principal razón por la que se realiza la presente investigación, ya que solo la innovación tecnológica permitirá satisfacer las necesidades del consumidor. Elaboración de galletas con aceite de tarwi y semillas de chía permitirá obtener un alimento bajo en grasas saturadas y rico en omega 3 y omega 6.

f. Limitaciones del estudio

- Dificultad para comprar los reactivos que son fiscalizados para la realización de análisis en los laboratorios.
- El periodo de tiempo para desamargar el tarwi es muy largo y por la cantidad de muestra que hay es dificultoso el cambio de agua continuo.
- Los análisis deben ser programados en fechas que los laboratorios tengan disponibilidad.

II. MARCO TEORICO

2.1. GALLETAS

Las galletas de acuerdo con la definición de la legislación alimentaria española, son productos alimenticios elaborados fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua adicionada con o sin azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.), sometidos a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, que dan lugar a un producto de presentación muy variada caracterizado por el bajo contenido en agua. Son de fácil ingestión y gran comodidad de presentación, así como fáciles de transportar y conservar. (Gil, 2010).

Es permitido el uso de colorantes naturales y artificiales. Aditivos alimentarios regulados bajo el Codex Alimentarius (Codex Stan 192-1995). MINSA (2010) además, especifica los siguientes requisitos a considerarse en la fabricación de galletas:

Tabla 1. Criterios fisicoquímicos de galletas

PRODUCTO	PARÁMETRO	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
GALLETAS	Humedad	12% p/p
	Cenizas Totales	3% p/p
	Índice de peróxido	5 mg/kg
	Acidez (expresado en ácido oleico)	0.10% p/p

Fuente: RM° 1020-2010/MINSA

a. Clasificación

las galletas se clasifican en:

- ✓ Por su sabor: saladas, dulces y sabores especiales
- ✓ Por su presentación:
 - Simples: Cuando el producto se presenta sin ningún agregado posterior luego de cocido.

- Rellenas: Cuando entre dos galletas se coloca un relleno empleado.
- Revestidas: Cuando exteriormente presenta un revestimiento apropiado pudiendo ser simple o rellena.
- No rellenas: galletas simples pueden ser saladas, dulces, etc

2.1.1. INGREDIENTES EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS

a. Harinas

Las harinas blandas son indispensables para la elaboración de galletas, estas harinas se obtienen normalmente a partir de los trigos blandos de invierno. Su contenido proteico es normalmente inferior al 10%. La masa que se obtiene es menos elástica y menos resistente al estiramiento que la masa obtenida con harina fuerte (más del 10% de proteínas). Las proteínas del gluten pueden separarse en función de su solubilidad. Las más solubles son las gliadinas, que constituyen aproximadamente la tercera parte del gluten y contribuye a la cohesión y elasticidad de la masa, masa más blanda y más fluida. Las dos terceras partes restantes son las gluteninas, contribuyen a la extensibilidad, masa más fuerte y firme. Duncan, Gonzales (1989).

Si las galletas se hacen con una harina muy dura, resultan duras, más que crujientes y tienden a encogerse de forma irregular tras el moldeo. Estos problemas hacen necesario un estrecho control de las propiedades de la harina en la industria galletera. Para la obtención de la masa se necesita un trabajo mecánico (amasado). Durante el desarrollo de la masa las gigantes moléculas de glutenina son estiradas en cadenas lineales, que interaccionan para formar láminas elásticas alrededor de las burbujas de aire. (Coulate, 2007).

b. Azúcar en la masa

Los azúcares en su estado cristalino contribuyen decisivamente sobre el aspecto y la textura de las galletas. Además, los jarabes de los azúcares reductores también van a controlar la textura de las galletas. La fijación de agua por los azúcares y polisacáridos tiene una

contribución decisiva sobre las propiedades de las galletas. La adición de azúcar a la receta reduce la viscosidad de la masa y el tiempo de relajación. Promueve la longitud de las galletas y reduce su grosor y peso. Las galletas ricas en azúcar se caracterizan por una estructura altamente cohesiva y una textura crujiente.

Durante la cocción, los azúcares reductores controlan la intensidad de la reacción de Maillard que produce coloraciones morenas en la superficie. (Duncan, Gonzales, 1989). La reacción de Maillard se produce en presencia de aminoácidos, péptidos y proteínas, cuando se calientan en una disolución de azúcar reductor en atmósfera seca, con una actividad de agua de entre 0,6 y 0,9. En la primera etapa de inducción retardando la aparición de productos coloreados, pero no evitan la pérdida del valor biológico de los aminoácidos (Coulter *et. al.*, 2007).

c. Grasas en la masa

Las grasas ocupan el tercer puesto en importancia dentro de los componentes de la industria galletera después de la harina y el azúcar. Las grasas desempeñan una misión antiglutinante en las masas, contribuyen a su plasticidad y su adición suaviza la masa y actúa como lubricante. Además, las grasas juegan un papel importante en la textura de las galletas, ya que las galletas resultan menos duras de lo que serían sin ellas. La grasa contribuye, igualmente, a un aumento de la longitud y una reducción en grosor y peso de las galletas, que se caracterizan por una estructura fragmentable, fácil de romper. (Coulter, *et.al.*, 1984).

Durante el amasado hay una competencia por la superficie de la harina, entre la fase acuosa y la grasa. El agua o disolución azucarada, interacciona con la proteína de la harina para crear el gluten que forma una red cohesiva y extensible. La grasa rodea los gránulos de proteína y almidón, rompiendo así la continuidad de la estructura de proteína y almidón. Cuando algo de grasa cubre la harina, esta estructura se

interrumpe y en cuanto a las propiedades comestibles, después del procesamiento, resulta menos áspera, más fragmentable y con más tendencia a deshacerse en la boca.

En las masas para galletas se necesita una distribución homogénea de la grasa, el problema radica en la competencia por la superficie de la harina entre las fases acuosa y grasa. Cuando se presenta en grandes cantidades, su efecto lubricante es tan pronunciado que se necesita muy poca agua para lograr una consistencia suave. Si se mezcla con la harina antes de su hidratación, la grasa evita la formación de una red de gluten y produce una masa menos elástica, lo que es deseable en la producción de galletas porque encoge menos tras el laminado, pero la textura es distinta. La grasa afecta al proceso con máquina de la masa (tecnología rotativa), la extensión de la misma tras el cortado, y las calidades texturales y gustatorias de la galleta tras el horneado (Coulter, 1984).

d. Agua en la masa

El agua, aproximadamente, constituye una tercera parte de la cantidad de harina que se emplea en la elaboración de galletas. Se considera aditivo porque no es una sustancia nutritiva, aunque el agua es un ingrediente esencial en la formación de masa para la solubilización de otros ingredientes, en la hidratación de proteínas y carbohidratos y para la creación de la red de gluten. (Duncan y Gonzales 1989).

El agua tiene un papel complejo, dado que determina el estado de conformación de los biopolímeros, afecta a la naturaleza de las interacciones entre los distintos constituyentes de la receta y contribuye a la estructuración de la misma. También es un factor esencial en el comportamiento reológico de las masas de harina.

Toda el agua añadida a la masa se elimina durante el horneado, pero la calidad del agua (calidad microbiológica, concentración y naturaleza de las sustancias disueltas, el pH...) puede tener consecuencias en la

masa. No es posible hacer un cálculo exacto de la cantidad de agua a emplear, se busca una consistencia apreciable al tacto. Si se añade poco agua, la masa se desarrolla mal en el horno, la masa resulta pegajosa y se afloja. Si se añade un exceso de agua, la fuerza de la masa disminuye, haciéndola más extensible, si el exceso es moderado; o todo lo contrario si el exceso es demasiado grande. De esta forma se hace muy difícil trabajar las masas. El agua moja la red de proteínas, modificando sus uniones y facilitando que los estratos proteicos se deshagan. Por tanto la cantidad de agua a añadir dependerá del tipo de galleta que deseemos realizar, de la harina y su absorción, y del tipo de maquinaria que dispongamos.

e. Bicarbonatos en la masa

Los bicarbonatos son agentes gasificantes que presentan un elemento alcalino. También se les denomina levaduras químicas. Su función principal es la de generar gas para aumentar el volumen final de la pieza antes de terminar la cocción con la desnaturalización de las proteínas.

Bicarbonato sódico: En presencia de humedad, el bicarbonato sódico reacciona con cualquier sustancia ácida, produciendo anhídrido carbónico. En ausencia de sustancias ácidas el bicarbonato sódico libera algo de dióxido de carbono y permanecerá como carbonato sódico. También se utiliza para ajustar el pH de la masa y de las piezas resultantes. (Duncan y Gonzales 1989).

Bicarbonato amónico: Extraordinariamente útil en galletería, puesto que se descompone completamente por el calor desprendiendo anhídrido carbónico, amoníaco gaseoso y agua. Se disuelve muy rápidamente, pero es muy alcalina, produciendo masas muy blandas. (Duncan y gonzales 1989).

Este agente esponjante útil en galletería, se descompone completamente por el calor en amoníaco gaseoso, dióxido de carbono y agua (por lo que no se alcaliniza el medio) es decir en condiciones

adecuadas de humedad y temperatura. Si se disuelve muy rápidamente, es muy alcalina, produciendo masas muy blandas que requieren menos agua para una consistencia adecuada. (Manley, D. 1983)

2.1.2. GALLETAS COOKIE

Entre los alimentos de categoría de los cereales que tenemos disponibles en nuestra tienda o supermercado habitual, se encuentra las galletas cookie. Cuando hablamos de cookies nos referimos a un tipo especial de galletas que son las cookies americanas, estas galletas tienen por características ser enormes, irregulares, con chispas de chocolate, pasas, mani, pecanas, nueves, etc. Las galletas cookie son un alimento rico en carbohidratos ya que 100 g. de este alimento contienen 64,30 g. de carbohidratos y baja humedad entre 3-5%, (Gil, 2010).

Las presentaciones de las galletas cookies son muy diversas, pero las más comerciales son las galletas cookies con pepitas de chocolate.

Tabla 2: composición nutricional de galleta tipo cookie con chispas de chocolate

Tamaño de la Porción: 1 galleta1 (15 g)	
	por porción
Kilojulios	205 kj
Calorías	49 kcal
Proteína	0.55 g
Grasa	2.47 g
Grasa Saturada	0.76 g
Grasa Poliinsaturada	0.13 g
Grasa Monoinsaturadas	0.13 g
Colesterol	0 mg
Carbohidratos	6.41 g
Azúcar	3.43 g
Fibra	0.30 g
Sodio	30.00 mg
Potasio	15.00mg

Fuente: <https://www.fatsecret.chile>. accesado 10/12/16

2.2. EXPORTACIÓN DE GALLETAS

En el año 2015 la industria de galletas presento un crecimiento, el mercado peruano de galletas es enorme (se calcula que supera los US\$ 300 millones) y viene creciendo a un promedio de 7% anual y que su compra se hace mayoritariamente en formato individual, en los típicos paquetes pequeños, es decir, en la opción que se ofrece preferentemente en las bodegas. En nuestro país las galletas tienen una notable aceptación. Al punto que el consumo per cápita de este producto alcanza los 4.1 kilogramos anuales, una cifra bastante cercana a la que ostenta Chile y ubicada solamente debajo de la de Argentina y Brasil, que con 5 y 6.7 kilogramos, respectivamente, son los mayores consumidores en la región.

Dentro de la industria molinera las actividades que están mostrando un mayor dinamismo son la producción de galletas y pastas, que “están creciendo de una manera interesante”, sobre todo de galletas debido a la innovación y mayor demanda (Daly, 2013). Analizando el ciclo de vida de la industria, esta se encuentra en la etapa de crecimiento debido a la tendencia de alimentarse sanamente, además del ingreso de los consumidores con relación al crecimiento de la población del país, motivo por el cual las empresas están invirtiendo en sus plantas de operación para el desarrollo de nuevos productos.

2.3. TARWI (*Lupinus Mutabilis*)

La especie de leguminosa - *Lupinus mutabilis*(tarwi) - se cultiva tradicionalmente en los Andes desde los 1.500 m, encontrándose en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Sus semillas son usadas en la alimentación humana, ya que esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial. (Navarrete, 2010).

Es originario de la zona andina de Sudamérica. Es la única especie americana del género *Lupinus* domesticada y cultivada como una

leguminosa (Blanco, 1982). Su distribución comprende desde Colombia hasta el norte de Argentina, aunque actualmente es de importancia sólo en Ecuador, Perú y Bolivia. Dentro del territorio peruano, en la región de los andes altos se han domesticado especies vegetales de 50 a 60 variedades entre ellas las más importantes: quinua, kañiwa, tarwi, kiwicha y maíz, tuvieron enorme importancia para la alimentación hasta el siglo XVI por las culturas prehispánicas de la zona andina., luego excepto el maíz los demás cultivos sufrieron una fuerte disminución de producción e utilización porque en el sistema de rotación de cultivos ha sido reemplazada por el haba (*Vicia faba*), sin embargo los pequeños productores agrícolas de las comunidades campesinas, han guardado su tradición de cultivo (Alva, Chicata, Delfín , Gatti y Rojas ; 2013).

2.3.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA

El *Lupinus mutabilis* es importante por su contenido de proteína y aceite, lo coloca en un plano muy competitivo con la soya, dichos componentes de estas semillas constituyen más la mitad de su peso, un estudio hecho en 300 diferentes genotipos de semillas muestran que la proteína contenida varía de 41 a 51 %. El aceite (cuyo contenido es inversamente proporcional a sus proteínas) varía de 24 a 14%. Al eliminar la cáscara de la semilla y moliendo el grano se obtiene una harina constituida por 50% de proteínas. La proteína del tarwi contiene cantidades adecuadas de lisina y cistina.

Tabla 3: Composición nutricional de principales cultivos andinos del Perú

ESPECIE	VALOR NUTRICIONAL (en 100 g)			
	Proteína	Grasa	H. de carbono	Minerales
Quinua	13.60	5.80	66.60	2.50
Kañiwa	14.00	4.50	64.00	5.10
Tarwi	49.60	17.50	17.30	1.60
Kiwicha	12.80	6.60	69.10	2.30
Maiz	6.70	4.80	73.60	1.40
Cebada	8.60	0.70	77.40	3.30

Fuente: tabla de composición de alimentos (2009)-Perú

La semilla de chocho es una excelente fuente de proteínas con un contenido promedio proteico de 42%. En este sentido, la variabilidad es muy amplia y se pueden presentar en un contenido de casi el 50%. Las globulinas corresponden a la mayor fracción proteica, siendo la albúmina la restante. El proceso de desamargado concentra todavía más el contenido proteico encontrándose en todos los productos valores de proteína mayores al 50% del peso seco.

El contenido de sacarosa y almidón es bajo, mientras que los oligosacáridos que no son aprovechables por el hombre es relativamente alto. Estos oligosacáridos son los causantes de la producción de flatulencias en el hombre y animales, caracterizada por la producción de gran cantidad de CO₂, H₂ y CH₄.

Los minerales se pueden considerar como nutrientes indispensables ya que el organismo no los sintetiza. El contenido de minerales en el *Lupinus mutabilis*, es semejante al de otras leguminosas, solo el contenido de fósforo y magnesio es un poco más elevado. La semilla de Lupino representa para el hombre una valiosa fuente de calcio y potasio, el primer elemento se encuentra principalmente en la cáscara, y el fósforo se halla en el núcleo, por lo que hay que tener en cuenta que después del descascarado se altera la relación Calcio – Fósforo (Ca – P).

El contenido de vitaminas como la tiamina, riboflavina, niacina (Tabla), se asemeja a los valores de otras leguminosas, debido a lo cual constituye una valiosa fuente de vitamina B para el hombre.

Tabla 4: Composición nutricional de tarwi (*lupinus mutabilis*)

Componente	Valor nutricional (en 100g)		
	Tarwi, seco	Tarwi cocido con cascara	Tarwi en harina
Energía (Kcal)	277	151	458
Energía (KJ)	1159	632	1916
Agua (g)	46.3	69.70	7
Proteína (g)	17.3	11.60	49.60
Grasa (g)	17.5	8.60	27.90
Carbohidratos(g)	17.3	9.50	12.90
Fibra cruda (g)	3.8	5.30	7.90
Ceniza (g)	1.6	0.60	2.60
Calcio (mg)	54.00	30.00	93.00
Fosforo (mg)	262.00	123	440.00
Zinc (mg)	4.75	1.38	0.00
Hierro (mg)	2.30	1.40	1.38
Tiamina (mg)	0.60	0.01	0
Riboflabina(mg)	0.44	0.34	0
Niacina (mg)	2.10	0.95	0
Vitamina c (mg)	4.60	0	0

Fuente: tabla de composición de alimentos (2009)-Perú

2.3.2. COMPOSICIÓN DE LÍPIDOS DE TARWI

El cotiledón de *Lupinus mutabilis* tiene un elevado contenido de grasa (18-25%) lo que puede ser aprovechado para la extracción de aceite a nivel industrial. Los lípidos constan de ácidos grasos insaturados (mono y poliinsaturados), aproximadamente la mitad de estos constan de ácido oleico (35.1-54.6%), existiendo un 22.3-43.9% de ácido linoleico y el 2.1-2.7%, le corresponde al ácido linolénico. El porcentaje de ácido linolénico es bajo comparado con el de soya, en la cual existe en gran cantidad, característica que favorece la conservación del aceite ya que

este se oxida rápidamente y puede originar cambios indeseables en el sabor. Las semillas de chocho y su composición de ácidos grasos son comparadas frente a otro tipo de semillas oleaginosas, para ver la calidad de su grasa. La concentración de ácidos grasos saturados (cáprico, laúrico, mirístico, palmítico), es relativamente baja, con relación a sus homólogos de soya y oliva. Esta característica, es de interés para la salud del organismo, ya que el consumo de grasas saturadas se correlaciona con el nivel de colesterol en la sangre y la Insuficiencia Coronaria, a pesar de que el metabolismo orgánico utiliza los ácidos grasos saturados y monoinsaturados fundamentalmente como fuente de energía, a través de la vía de degradación oxidativa

Tabla 5: Perfil de ácidos grasos de diferentes aceites vegetales (% de ácidos grasos totales).

ACIDOS GRASOS % p/p	Aceite de vegetales	
	Tarwi crudo desamargado	Tarwi refinado desamargado
Mirístico	-	0.20
Palmítico	11.87	11.71
Palmitoléico	-	0.15
Esteárico	6.57	6.45
Oléico	48.08	48.67
CIS isómeros C18:1	0.67	-
TRANS isómeros C18:2	-	-
Linoléico	28.40	28.17
Araquídico	0.69	0.66
Linolénico (C18:3)	2.56	2.54
Behénico	0.88	0.81
Lignocérico	0.24	0.30
Laúrico	-	0.28
TOTAL	99.99	99.99

C18:1 = oleico (omega 9); C18:2 = linoleico (omega 6); C18:3 = linolenico (omega 3) Fuente: Vinicio, 2010

De los ácidos grasos insaturados, el más importante es el linoleico, el cual se encuentra en el chocho en una concentración del 30 %, valor similar al del aceite de soya y mayor al aceite de oliva. Mientras que el ácido oleico supera aproximadamente en un 4% al presente en el aceite de soya,

no así al de los aceites de oliva, girasol y maíz. Este ácido graso es fundamental en la liberación de hormonas gastrointestinales.

En general el aceite de chocho presenta un bajo contenido de ácidos grasos saturados, láurico (0,28 %), mirístico (0,20 %) y palmítico (11,71 %); mientras que los insaturados alcanzan el 79,38 %, nivel próximo al aceite de soya (81 %). Según (Uauy, 2001) este hecho reviste interés especial en la salud de la población, considerando el papel del ácido linoleico, en la reducción moderada de los niveles de colesterol y las lipoproteínas de baja densidad (LDL) en el suero, mientras que el ácido oleico presenta un comportamiento neutro respecto a las LDL, pero incrementa moderadamente el nivel de las lipoproteínas de alta densidad. El aceite de chocho presenta un valioso aporte nutricional, como fuente de ácidos grasos esenciales: linoleico ω 6 (28,17%) y ácido linolénico ω 3, (2,54 %), necesarios para el desarrollo y funcionamiento normal de tejidos humanos y animales. En función del contenido total de ácidos grasos saturados (12,19 %) e insaturados 79,38 % (villacres, 2010).

Tabla 6: perfil ácidos grasos de diferentes aceites vegetales (% de ácidos grasos totales)

ÁCIDOS GRASOS	SOYA CRUDO	TARWI CRUDO DESAMARGADO	GIRASOL	OLIVA VIRGEN
Oléico	19.98	48.08	22.41	76.59
Linoléico	55.69	28.40	62.83	7.86
Linolénico	6.49	2.56	0.94	0.83
Mirístico	-	-	-	-
Palmítico	12.44	8.77	6.69	10.36
Esteárico	3.29	4.06	4.92	3.28
Araquídico	0.34	0.69	0.34	0.42

Fuente: (Vinicio, 2010)

2.3.3. ELIMINACIÓN DE ALCALOIDES

Entre estas se hallan la lupunina y esparteína, que en el vegetal se encuentran formando combinaciones solubles en estado de sales: citratos,

maleatos, tartratos, isobutiratos, benzoatos, etc. Se localizan principalmente en los tejidos periféricos, tegumentos de la semilla, capas externas de cortezas, tallos, raíces, epidermis y subepidermis de las hojas. En el chocho estos compuestos constituyen del 2.5 a 4%. Para su consumo es importante realizar un proceso de desamargado en agua. Este proceso se desarrolla en tres fases: hidratación, cocción y desamargado.

- a. **Hidratación.** - Consiste en hidratar el grano en agua limpia por el tiempo de 14 horas.
- b. **Cocción.** - Consiste en cocinar el grano por 40 minutos, se puede hacer a gas o con leña.
- c. **Desamargado.** - Consiste en remojar por tres días o más el grano de chocho cocido, de preferencia agua corrida. No existen parámetros para determinar el punto ideal del grano sin alcaloides. La experiencia y palatabilidad ayuda a determinar el estado ideal para la comercialización y consumo. Se considera que un contenido de 0,02% de alcaloides remanentes después del desamargado es el límite que se puede aceptar como seguro para el consumo humano (Gross et al., 1976).

2.4. COMERCIALIZACIÓN Y PRODUCCIÓN

La producción de granos andinos en el 2015 llegó a 128,949 toneladas cosechadas en aproximadamente 88,301 hectáreas, generando alrededor de 6.6 millones de jornales. Actualmente las zonas de producción a nivel nacional son: Sierra Norte: 23% (Cajamarca, La Libertad y parte de Amazona); Sierra Central: 42% (Ancash, Huánuco y Junín) y Sierra Sur 35% (Cuzco, Puno y Apurímac); la Sierra de Ancash:(Huari, Recuay, Ocos, Carhuaz, Yungay, Sihuas, Pallasca). Cajamarca, Junín (Huancayo, Valle del Mantaro), Ayacucho, Cuzco y Puno. (Espinosa, 2010).

En el Perú se cultivan solo 9625 hectáreas (INEI, 2014) y en Ecuador 8.000 hectáreas sembradas (INIA, Masón, 2011). Un estudio realizado para determinar la importancia de los cultivos andinos en sus países de origen

permitió determinar que en Perú, Bolivia, Ecuador y Chile el chocho se constituía en un rubro prioritario, mientras que en Argentina y Colombia constituía un rubro de prioridad media. (FAO, 1986).

Tabla 7 : producción de granos andino año 2015 - Perú

Mercado destino (cultivos)	Interno (TN)	Externo (TN)	Total (TN)
Cañigua	4.514	220	4.734
Kiwicha o amaranto	4.392	444	4.836
Tarwi o chocho	13.714	-	13.714
Quinua	63.874	41.792	105.666
TOTAL	86.493	42.456	128.949
% Mercado	67.100	32.900	100.000

Fuente: MINAGRI – SUNAT/ DIGNA -2015

2.5. CHÍA (Salvia Hispánica)

La Chía (Salvia hispánica) es una planta anual de verano que pertenece a la familia de las Labiatae. Nativa de las áreas montañosas que se extienden desde el oeste central de México hasta el norte de Guatemala. (Beltrán, 2006). Crecen en suelos arcillosos o arenosos que estén bien drenados incluso en zonas áridas, no toleran las heladas ni crecen en la sombra. Esta planta requiere climas tropicales y subtropicales para crecer, es resistente a enfermedades, plagas y sequías (SalazarVega, 2007).

2.5.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE CHÍA

Los componentes de reserva de las semillas consisten en proteínas, carbohidratos y lípidos. La proporción relativa y localización de estos compuestos varía de acuerdo a la especie (1). Las semillas, en general, son fuente de compuestos lipídicos que incluyen ácidos grasos, tocoferoles, triglicéridos, fosfolípidos, esfingolípidos y esteroides.

La chía contiene aproximadamente un 20% de proteína, nivel que resulta más alto que el que contiene algunos cereales tradicionales como el trigo

(13,7%), el maíz (9,4%), el arroz (6,5%), la avena (16,9%) y la cebada (12,5%) (R. Ayerza, Wayne Coates, 2006). Las semillas de chía además de tener un alto contenido de proteínas se han hecho interesantes comparada con otras semillas como el trigo, la avena, la cebada y el centeno por no tener gluten (R. Ayerza, Wayne Coates, 2006). El contenido de lisina es bastante alto y la metionina y la cisteína se comparan de forma favorable con otras oleaginosas. La semilla de Chía es considerada “suplemento dietético” por la FDA (Food and Drug Administration, USA). Además, completa las exigentes regulaciones de contenido de nutrientes alimenticios establecidas por esta organización para ser un “alimento saludable”. el aporte de lisina es relativamente alto y la cisteína y metionina se pueden comparar favorablemente con otras semillas oleaginosas.

Los aminoácidos de la chía no tienen factores limitantes en una dieta para adultos, lo cual significa que ésta puede ser incorporada en la dieta humana y ser mezclada con otros granos, a fin de producir una fuente equilibrada en proteínas (R. Ayerza, Wayne Coates, 2006) Además los aminoácidos que conforman las proteínas contenidas en el aceite de la semilla de chía. buena fuente de vitaminas y minerales del complejo B como la Niacina, tiamina y ácido fólico, así como Vitamina A. Además, la semilla de chía es una fuente excelente de calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, zinc y cobre, como se muestra en la Tabla 7. Otra de las grandes ventajas de esta semilla es su bajo contenido en sodio (R. Ayerza, Wayne Coates, 2009).

Los niveles de hierro encontrados en las semillas de chía y en la harina remanente después de extraer el aceite son muy elevados y representan una cantidad inusual para la semilla que, comparada con otros productos tradicionales conocidos como fuentes ricas de hierro, presenta cada 100 g de porción comestible, 6; 1,8 y 2,4 veces más cantidad de hierro que la espinaca, las lentejas y el hígado vacuno, respectivamente. (R. Ayerza, Wayne Coates, 2010).

Tabla 8: Composición nutricional de semillas de chía (salvia hispánica)

Componente (g)	Valor nutricional (en 100g) – Chía
Energía (Kcal)	472
Agua	5.80
Proteína	16.62
Grasa	26.25
Carbohidratos	47.87
Fibra cruda	38.00
Sodio mg	<20
Calcio mg	529
Fosforo mg	604
Hierro mg	16.40
Vitamina B1 mg	0.20
Tiboflavina B2 mg	5.20
Niacina B3 mg	6.40

Fuente: Bordenave, 2013

2.5.2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LOS PRINCIPALES ÁCIDOS GRASOS DE LA SEMILLA DE CHÍA

Las fuentes de alimentos más ricas en Omega-3 son los aceites de pescado, en especial los de aguas frías, en estos animales se pueden encontrar en forma de EPA (eicosapentaenoico) y DHA (docosahexaenoico) debido al consumo de los pescados del fitoplancton (Travieso, 2010). Mientras que una de las mejores fuentes vegetales reportadas es el aceite de chía (<60%), seguido por la linaza (57%) por la colza, la soja, el germen de trigo y las nueces (entre 7 y 13%) (Travieso, 2010).

La ciencia moderna ha determinado que las semillas de CHÍA contienen cantidades de aceite que varían entre un 32 a un 39% y dicho aceite ofrece el porcentaje natural conocido más elevado de ácido Omega 3 o α -linalénico (60-63%) (Tabla 1). Este ácido graso esencial, también ha demostrado que tiene una importancia significativa en gran cantidad de compuestos industriales, tales como barnices, pinturas, etc.

La chía es el cultivo con mayor porcentaje de Ácidos grasos esenciales (AGE) al tener el 82 % de sus lípidos con dicha característica. Las semillas de chía contienen una muy buena cantidad de compuestos con potente actividad antioxidante (principalmente flavonoides), eliminando la necesidad de utilizar antioxidantes artificiales como las vitaminas. Se ha demostrado que las vitaminas antioxidantes anulan los efectos protectores de las drogas cardiovasculares. El problema de ingerir insuficientes antioxidantes desaparece con una mayor cantidad de alfa-linolénico de origen vegetal, lo que genera otra ventaja sobre los ácidos grasos omega-3 provienen (Jiménez, 2013).

Tabla 9: Contenido de ácidos grasos (g AG/100 g grasa) en aceites de cuatro lotes de semillas de chía (salvia hispánica L.) analizadas

ACIDOS GRASOS (g /100g)	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
<i>C16</i>	6.83	7.31	7.00	7.31
<i>C16:1 c9</i>	0.23	0.28	0.28	0.26
<i>C18</i>	3.17	3.65	3.34	3.69
<i>C18:1 c9</i>	7.36	6.85	6.96	4.60
<i>C18:1 c11</i>	0.69	0.89	0.84	0.88
<i>C18:1 c12</i>	0.40	0.46	0.34	0.45
<i>C18:2 c9c12</i>	17.61	16.67	17.59	18.50
<i>C20</i>	0.17	0.17	0.15	0.15
<i>C18:3 c6c9c12</i>	0.22	0.24	0.24	0.23
<i>C18:3 c9c12c15</i>	63.28	63.43	63.22	60.89

ácido palmítico (C16) y progresivamente a los ácidos Palmitoléico (C16:1), esteárico (C18), oleico cis-9 (C18:1 c9), oleico cis-11 (C18:1 c11), oleico cis-12 (C18:1 c12), linoleico (C18: 2 c9c12), Araquídico (C20), linolénico (C18:3 c6c9c12) y alfa-linolénico (C18:3 c9c12c15).

Fuente: Gutiérrez, Ramírez, salvador, vega, Fontecha, Rodríguez, escobar; 2013

2.6. FUNCIÓN DE LOS LÍPIDOS EN EL ORGANISMO

Las funciones generales que desempeñan los lípidos son cinco:

- Como componentes estructurales de la membrana celular
- Depósito de reservas intracelulares
- Una forma de transporte de combustible metabólico
- Aislante térmico y eléctrico
- Agente de protección de las paredes celulares de diversos organismos.

f. La combinación de lípidos y proteína (lipoproteína) es un importante constituyente celular que se encuentra tanto en la membrana celular como en la mitocondria, y es útil también como medio para transportar lípidos en la sangre (Murray y col, 2004)

Los ácidos grasos son los principales constituyentes de los lípidos, dependiendo si ellos contienen enlaces simples o dobles, darán origen a los ácidos grasos saturados (AGS) o insaturados (AGI), respectivamente (Covarrubias, 2002; Andrew J, 2002).

Existen dos familias de ácidos grasos poliinsaturados: la familia omega-6 y la familia omega-3. Éstos además de ser una fuente de energía, se incorporan a las membranas de las células, donde son precursores de los eicosanoides (prostaglandinas, prostaciclina, tromboxanos y leucotrienos) que intervienen en numerosos procesos fisiológicos tales como la coagulación de la sangre o las respuestas inflamatorias o inmunológicas (Carrero, 2005; Karen, 2001).

En 1995, los proyectos de investigación financiados por Australian National Health and Medical Research Council mostraron que un mayor contenido de ácido α -linolénico en la dieta aumentaba el contenido de EPA en el tejido humano, en una forma predecible. Se determinó una relación lineal entre la incorporación de ácido graso α -linolénico de origen vegetal y la concentración de EPA en plasma y en los fosfolípidos celulares.

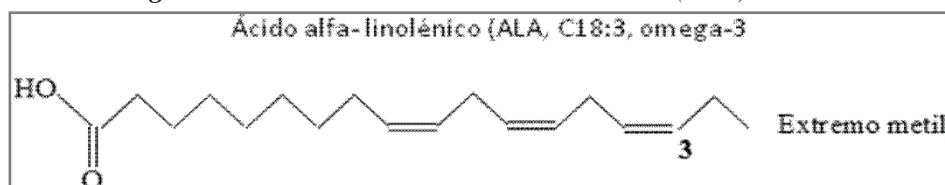
También una investigación publicada en 1997 por la Sociedad Americana para la Nutrición Clínica, comparó los efectos de suministrar ácidos grasos α -linoleicos de origen vegetal, con los ácidos grasos DHA y EPA de origen marino, en cuanto a factores hemostáticos en seres humanos y no pudo demostrar que eran estadísticamente diferentes (Ayerza, 2001).

Según lo antes señalado el ácido graso α -linolénico actúa en el cuerpo humano como un sustrato para la transformación en DHA y EPA, a través de la acción de las enzimas. Aunque la conversión del ácido α -linolénico

en DHA y EPA se ha determinado hace mucho tiempo, la relación matemática de ácidos grasos de carbono- 18 ω -6 y ω -3, en la conversión de sus respectivos metabolitos de carbono-20 en los tejidos, se ha reportado sólo recientemente.

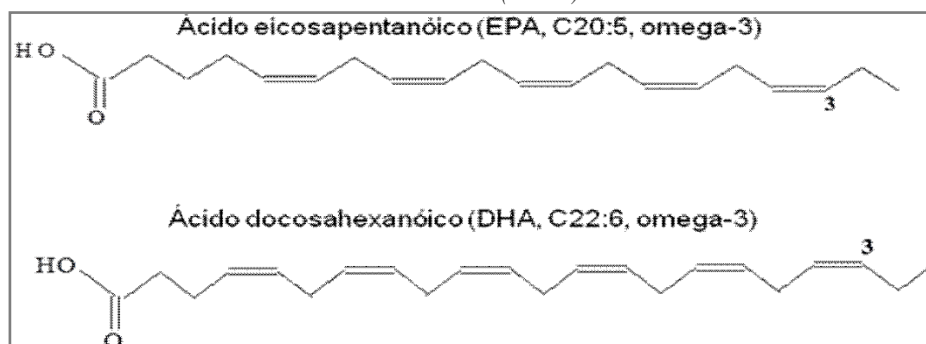
Por otro lado, la Comisión Europea menciona el consumo adecuado del ácido alfa- linoléico y ácidos omegas 3, EPA y DHA. Del primer tipo de omega 3 abundante en semillas, aconseja un consumo de entre 2 y 3 gramos diarios en dietas que posean entre 18000 y 2700 Kcal por día. Por otro lado, para los ácidos grasos EPA y DHA la recomendación es de 250 mg por día, encontrándose éstos en pescados grasos principalmente.

Figura 1: Estructuras de los ácidos linoléico (ALA)



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_oleico – accesado 02/01/17

Figura 2. Estructuras químicas de los ácidos Eicosapentaenoico (EPA) y Docosahexaenoico (DHA)



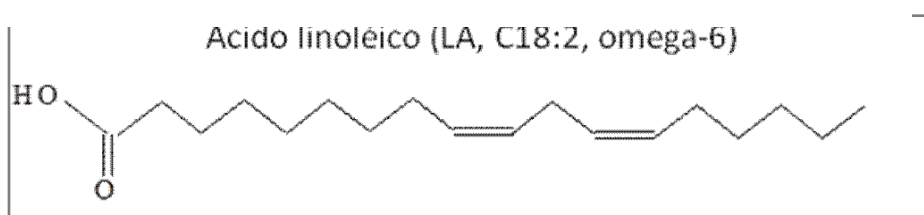
fuentes: http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_oleico – accesado 9/12/16

En 2002, el Instituto de Medicina (Institute of Medicine - IOM) revisó la evidencia para los requerimientos de grasa alimentaria y recomendó que entre el cinco y el diez por ciento de las calorías totales debían provenir del ácido graso linoleico omega 6 para tener efectos beneficiosos sobre la enfermedad cardíaca coronaria (ECC). Después de los 50 años se requiere un poco menos.

A pesar de estas recomendaciones del Instituto de Medicina, hay algunos autores que mencionan que la proporción de ácidos grasos omega 6 y omega 3 en la dieta actual es de aproximadamente 9.8 a 1, otros estiman una proporción de 20-25 a 1.9. Y unos pocos estudios sugieren que lo deseable es una proporción mucho menor, entre 2 a 1 y 5 a 1, para reducir el riesgo de enfermedad, incluida la enfermedad cardiaca, el cáncer y los trastornos autoinmunes.

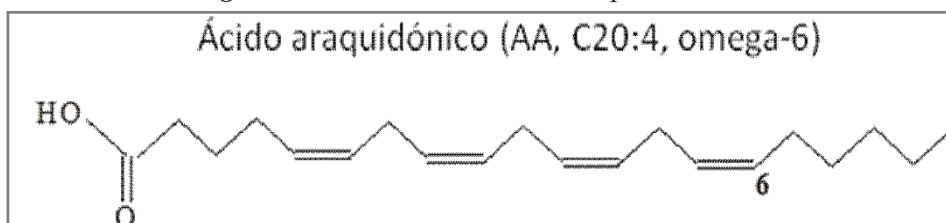
En 2009, Consejo de Ciencia de la Asociación Estadounidense para el Corazón sobre los ácidos grasos omega 6 y el riesgo de enfermedad cardiovascular, sostuvo que, en este momento, los estudios disponibles no demuestran la necesidad de reducir la ingesta diaria de grasas omega 6. Por el contrario, si las personas comienzan a reducir su ingesta de grasas omega 6, los porcentajes de enfermedad cardiaca coronaria (ECC) en realidad pueden aumentar, lo cual tendría un efecto negativo sobre la salud pública.

Figura 3. Estructura de ácido linoleico



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_linoleico – accesado 9/1/17

Figura 4. Estructura del ácido araquidónico



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_linoleico – accesado 9/1/17

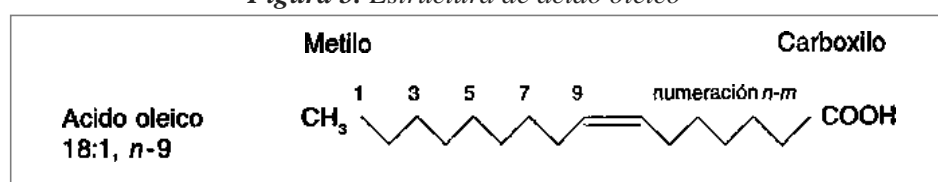
Entre los ácidos grasos monoinsaturados tenemos ácido oleico o también llamado omega 9, este ácido graso no es tan conocido como el omega 3 y el

omega 6 pero tiene propiedades cardiovasculares beneficiosas, reduciendo así el riesgo de sufrir enfermedades hepáticas.

El omega 9 a diferencia de los Omega 3 y Omega 6, no se clasifican como ácidos grasos esenciales, ya que pueden ser sintetizados por el cuerpo humano por lo que no son esenciales en la dieta.

Se estima que un consumo adecuado de grasas Omega 9 o grasas monoinsaturadas debería ser alrededor de un 15% de las calorías de la dieta diaria (30 gramos para una dieta de 2000 kcal o 6 cucharaditas de té de aceite de oliva aproximadamente).

Figura 5. Estructura de ácido oleico



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_oleico – accesado 9/1/17

2.7. ALIMENTOS FUNCIONALES

Un alimento funcional es aquel que además de ser inocuo y nutritivo posee uno o más ingredientes que aportan un beneficio adicional a la salud. “Durante los últimos años, la industria alimentaria ha sufrido un giro radical con relación a la manera de alimentarse de los consumidores. Debido al nuevo concepto que está adoptando la población de elegir los alimentos por sus propiedades nutritivas y por los beneficios que aportan a la salud, se han desarrollado numerosos productos funcionales” (Castelli, 2007).

La Academia Nacional de Ciencia de los Estados Unidos ha definido los alimentos funcionales como “cualquier alimento o ingrediente alimenticio modificado, que pueda proporcionar un beneficio a la salud superior al de los nutrientes tradicionales que contiene”

Los alimentos funcionales son aquellos que ayudan al metabolismo de sustancias, con bajo contenido energético, bajos en grasas o en azúcares,

enriquecidos en ácidos grasos omega-3 o en fibra, bebidas y productos para deportistas, contribuyen a mantener un peso adecuado, controlar el nivel de azúcar en sangre o las tasas de colesterol y triglicéridos plasmáticos, o permiten un adecuado rendimiento en la práctica. (González-García, S. 2002).

2.8. LAS GALLETAS COMO ALIMENTO FUNCIONAL

Las grasas y los aceites han sido siempre parte integral de la dieta humana, su principal importancia es como componente calórico, conteniendo 9 kilo calorías por gramo comparado con una aportación de 4 kilo calorías por gramo aportadas por proteína o carbohidrato (Fox y Cameron, 2004). Uno de los tipos de alimentos que se han buscado producir es con menor contenido en grasas saturadas y mayor contenido en ácidos grasos poliinsaturados del tipo omega 3 y omega 6. Estos requerimientos contradictorios de aumentar el contenido en ácidos grasos insaturados prolongando la vida de anaquel avivan el problema de la oxidación de los lípidos y enfatizan la necesidad de soluciones efectivas que aseguren tanto la vida de anaquel como la calidad sensorial de manera adecuada (Genot *et al.*, 2003). La ingesta de ácidos grasos n-3 proporciona beneficios para la salud en la prevención de cáncer, enfermedades del corazón, hipertensión y desórdenes autoinmunes (Connor, 2000; Hung y col., 2000; Aronson y col., 2001; Harel y col., 2002; Villa y col., 2002; Harper y col., 2006).

La recomendación de ingesta es de 0.8 g/ día (Mahan y Stump, 1998). Una excelente forma de incrementar el consumo de poliinsaturados omega – 3 en la dieta de las personas, sin necesidad de modificar los hábitos alimenticios, es mediante el enriquecimiento de los productos comúnmente consumidos por la población (Yalcýn *et al.*, 2007). Recientes avances en el área de productos lácteos funcionales han demostrado una amplia variedad de productos enriquecidos con lípidos de los conocidos por sus efectos benéficos a la salud; los ácidos grasos omega 3 de cadena larga poliinsaturados (García y Márquez, 2009).

III. MATERIALES Y METODOS

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

3.1. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

Para la producción de galletas, se utilizó como materia prima:

a. MATERIA PRIMA

✓ ACEITE DE TARWI o CHOCHO: (Lupinus Mutabilis) procedente de la ciudad de Carhuas, 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).

✓ SEMILLAS DE CHIA: procedente de Chimbote.

b. INSUMOS

- ✓ Lecitina de soya
- ✓ Harina galletera (trigo)
- ✓ Polvo de hornear
- ✓ Bicarbonato de sodio
- ✓ Bicarbonato de amonio
- ✓ Azúcar
- ✓ Agua
- ✓ Esencia de vainilla

3.2. MATERIALES Y REACTIVOS

a. Determinación de humedad

- ✓ Placa Petri
- ✓ Pinzas
- ✓ Espátula

b. Determinación de materia grasa

- ✓ Cartucho de celulosa o papel filtro
- ✓ Éter de petróleo
- ✓ Alcohol

c. Determinación de ácidos grasos

- ✓ Fiola 250 ml
- ✓ Agua destilada
- ✓ viales
- ✓ gradilla
- ✓ pipetas
- ✓ pera de succión
- ✓ NaOH 0.5M en metanol
- ✓ BF₃ 12% v/v en metanol
- ✓ NaCl saturado
- ✓ Nitrógeno (gas)
- ✓ Isoctano

d. Índice de peróxido

- ✓ Erlenmeyer de 250 mL,
- ✓ Bureta de 25 mL.
- ✓ Pipetas de 5 y 10 mL.
- ✓ Solución de ácido acético – Cloroformo 3:2
- ✓ Ioduro de potasio (solución saturada)
- ✓ Solución de tiosulfato de sodio 0,01N
- ✓ Almidón 1%

e. Índice de yodo

- ✓ Balones de 250 mL con tapa esmerilada
- ✓ Bureta de 25 mL

- ✓ Pipeta de 10 y 25 mL
- ✓ Reactivo de Wijs
- ✓ Tetracloruro de carbono
- ✓ Solución de Ioduro de potasio al 15%
- ✓ Solución de tiosulfato de sodio al 0,1 N
- ✓ Almidón al 1%

3.3. EQUIPOS

a. Formulación del producto

- ✓ Batidora marca NOVA. Modelo 30L. Serie 0549026 país: Perú
- ✓ Horno Rotatorio por convección. Marca Nova. Modelo: MAX 1000. Serie: 0501028. País: Perú
- ✓ Mesa de acero inoxidable

b. Determinación materia grasa y ácidos grasos

- ✓ Cromatógrafo de gases, SHIMADZU, GC-2010
- ✓ Balanza Analítica, Marca: Precisa, Modelo: 220 A, Serie: 321LX, Rango MÁX. 220 gr. MIN. 0,01 gr.e = 0,001 gr.
- ✓ SOFHLET, Extractor Soxhlet, FOSS, modelo: Soxtec TM 2043

c. Otros equipos

- ✓ Prensa o Expeler, Marca: JARCON, modelo: Pat 100X
- ✓ Rancimat , marca: METHROM, modelo: 743 Ω
- ✓ Estufa, Marca: POL - EKO APARATURA, Modelo: SLW115 TOPT.
- ✓ Centrifuga Refrigerada, marca: SIGMA4-16KS
- ✓ Multiparametro, Modelo: THERMO SCIENTIFIC, modelo: Orión 080017

3.4. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.4.1. ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA DE LEGUMINOSAS.

Realizamos la selección de las semillas de tarwi y chíá, eliminando parcialmente las impurezas que pudieron adherirse en el momento de la cosecha, para su posterior uso como ingredientes alimentarios.

3.4.2. DESAMARGADO DE TARWI (LUPINUS MUTABILIS)

Para la eliminación de los componentes tóxicos (alcaloides), Se dejó remojando los 15 kg. por 1 día en agua potable, los granos adquirieron mayor volumen por efecto del remojo (se hinchan) ; seguidamente se coció el grano en agua durante 1 hora con dos cambios de agua cada 30 minutos, contados desde el momento que inicia a hervir; luego para eliminar por completo el sabor amargo lo colocamos en recipientes grandes y se dejó con agua durante 4-5 días, teniendo en cuenta que diario debe cambiarse el agua cada 6 horas; en este caso el desamargado demoro cinco días, obteniendo finalmente 40kg. de tarwi desamargado.



Figura 6: Remojo de granos de tarwi con agua potable

3.4.3. EXTRACCIÓN DE ACEITE DE TARWI

Se puso en funcionamiento el tornillo prensa en donde su grado de ajuste fue 1/8 y su velocidad fue de 35 Hertz o 2100 rpm. Luego se introduce un lote de materia seca molida de tarwi con 12% de humedad por la tolva, hasta alcanzar una temperatura de 37°C. (Anexo 03)

Descascarado y lavado: el tarwi desamargado se procede a pelar la cascara y centrifugamos para eliminar un poco el agua, seguidamente secamos en un secador de bandejas a 50°C por 7 horas. Finalmente prensamos y obtenemos el aceite y la torta. El aceite sera centrifuga en una centrifuga refrigerada a 20°C por 15 minutos a 1200rpm y almacenamos a 4°C.

3.4.4. FORMULACIÓN DE GALLETAS TIPO COOKIE

Se trabajó con formulación base (Tabla N° 10) de galletas tipo cookie. y se procedió según la marcha planteada por (Gutiérrez, 2007). Esta etapa del estudio se realizó en las instalaciones de la planta piloto agroindustrial.

Tabla 10: Formulación base para 2.5Kg de masa

Ingredientes	Peso (gr)	Porcentaje % p/p
Harina galletera	1335.00	53.30
Chispas chocolate	111.25	4.44
Mantequilla	300.47	14.99
Azúcar	278.13	11.10
Bicarbonato de sodio	8.62	0.34
Bicarbonato de amonio	6.40	0.26
Lecitina de soya	7.23	0.29
Polvo de hornear	31.98	1.28
Esencia de vainilla	16.69	0.67
Agua	333.75	13.33
TOTAL	2504.52	100.00

3.4.5. PREPARACIÓN DE GALLETAS TIPO COOKIE

Se mezcló azúcar, esencia de vainilla, materia grasa, lecitina de soya, batiéndose a una velocidad baja por 2,5 minutos. luego se incorporó a la mezcla harina, semilla de chía, polvos de hornear, bicarbonato de amonio, bicarbonato de sodio y agua batiéndose a velocidad baja por 3 minutos para posteriormente formar y pesar bolitas de 15g, aplastando cada una de ellas hasta llegar al diámetro y espesor

definido, para ser horneadas a 150° c durante 11 minutos. (para aprox. 2.5 kg de masa), (Gutiérrez, 2007).

3.5. MÉTODOS DE ANALISIS

3.5.1. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS LEGUMINOSAS: TARWI Y CHÍA

Se realizaron análisis fisicoquímicos de los granos de tarwi y las semillas de chía, galletas optimas formuladas y un control. Se realizaron pruebas de %humedad, cenizas, grasa, Proteína.

a. Método para la determinación de humedad

Método Oficial N°44-15 A de la AACCC (1995) – método de la estufa.

b. Método para determinación de ceniza

Método Oficial 923.03 de la AOAC (2005).

c. Método para determinación el contenido de aceite

Método oficial A.O.A.C 940.28. Ed. 18(AOAC, 2005), determinación de aceites vegetales en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Método con soflet.

d. Método para determinación de proteína.

Se determinó directamente por medio de un equipo Kjeldahl basado en el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 (ISO, 2016).

3.5.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICOS-QUÍMICA A LA MATERIA GRASA DE TARWI Y SEMILLA CHÍA (EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA CALIDAD DE SU MATERIA GRASA).

Se realizaron análisis fisicoquímicos a la materia grasa de las leguminosas: tarwi y chía, para verificar la calidad de sus aceites: acidez titulable, índice de refracción, índice de peróxido, índice de yodo, perfil ácido grasos y estabilidad oxidativa.

- a. Método para determinar la acidez titulable.**
Método Oficial de la AOCS Cd 3d-63 y la ISO 660 para aceites y grasas. (Anexo 04)
- b. Método para determinar el Índice de refracción**
Método Oficial de la AOCS 1964, Ii-b.2. Norma INEN 42:1973.
- c. Método para determinar el Índice de peróxido**
Método oficial AOAC (1975) de análisis, American Oil Chemist's Society Method. (anexo 04)
- d. Método para determinar el Índice de yodo**
Método oficial de la AOAC (1990), para aceites y grasas. (Anexo 04)
- e. Estabilidad oxidativa (OSI)**
Método oficial de la AOCS Cd 12b-92. Se determinó en el equipo Rancimat (Metrohm, modelo 743, Switzerland). Se realizará bajo las siguientes condiciones:
- Temperatura del bloque calefactor: 100°, 120° y 80 °C
 - Flujo de aire: 20 L/h.
 - Volumen de agua destilada: 60 ml.
 - Conductividad de agua destilada 1.2 µs/cm.
- f. Análisis de perfil lipídico de aceite de tarwi, chía y todas las formulaciones.**
Método oficial FAMEX AOAC 991.39 (cromatógrafo de gases del instituto de investigación tecnológica de la universidad nacional del santa- SHIMADZU GC-2010)

f.1. Preparación de esteres metílicos para análisis cromatógrafo

Preparación de soluciones

NaOH 0.5M en metanol

Disolver 4.99g de NaOH en metanol y llevar a una fiola de 250ml.

BF₃ 12% v/v en metanol

Disolver 150ml de BF₃ y llevar en metanol a una fiola de 250ml

NaCl saturado

Disolvemos 40g de NaCl en 100ml de agua destilada en una fiola

Preparación de muestra

El análisis de las muestras de aceites se llevó a cabo por cromatografía de gases en un cromatógrafo SHIMADZU GC-2010, equipado con un detector de ionización por llama y un auto inyector AOC-20I utilizando helio como gas de arrastre. Se tomaron muestras de 0.025 g que se disolvieron en 1,5 mL de NaOH 0.5M en metanol, se cubrieron con nitrógeno y se colocaron en baño maría por 5 minutos a 100°C. Se añadieron 2 ml de BF₃ al 12% en metanol, se cubrieron con nitrógeno y se colocaron en baño maría por 30 minutos a 100°C, terminado el tiempo se añadió 5ml de NaCl saturado y 1ml de isooctano, agitar fuertemente, luego se extrae la parte superficial (incolore) al vial. Finalmente se cubre con nitrógeno y los viales fueron inyectados en el equipo, para cuantificar el contenido de ácidos grasos. La temperatura de la columna fue de 100°C y una velocidad de 1.20 ml/min, el gas de arrastre utilizado fue helio con un flujo constante de 124 ml/min y una temperatura de 225°C y presión de 261.5 kPa. La temperatura del detector fue de 250°C.

3.5.3. CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA EN LAS FORMULACIONES.

Determinar las características tecnológicas: textura instrumental, colorimetría, y composición ácidos grasos. (Anexo 07)

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 de chía con aceite de tarwi 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 ($-a =$ verde y $+a =$ rojo; $-b =$ azul y $+b =$ amarillo. (James, 1995). En este ensayo el color se midió tres repeticiones por tratamiento.

3.5.4. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL EN LAS FORMULACIONES

a. Test descriptivo, tipo escala de categorías.

Se utilizó un test descriptivo con escala lineal estructurada de 10 cm. de longitud. Los jueces evaluaron cinco atributos: color superficie, intensidad de olor, dureza dedo, dureza incisivo y aceitosidad (bucal). Los resultados obtenidos se evaluaron estadísticamente. (Anexo 06)

Color superficie, que responde al tostado del producto, la evaluación promedio por el panel entrenado para las formulaciones del diseño experimental.

Intensidad de olor, Este descriptor se encuentra en directa relación con la cantidad de materia grasa presente por formulación.

Esfuerzo de quiebre (dureza dedo), que responde a la fuerza requerida para quebrar el producto con las manos.

Esfuerzo de comprensión (dureza Incisivos), que responde a la fuerza inicial requerida para cortar el producto con los dientes incisivos.

Aceitosidad (bucal), fue evaluado después de tragar el producto como el grado en el cual la boca se siente aceitosa

b. Test de calidad, prueba de satisfacción, tipo escala hedónica verbal.

Las muestras son evaluadas en una escala de 7 puntos donde 1 corresponde a me disgusta mucho y 7 a me gusta mucho, los parámetros evaluados fueron: sabor y aceptación en general. Los resultados obtenidos se evaluaron estadísticamente en STATISTICA 12.

3.5.5. DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL

El producto optimizado fue almacenado por 1 mes y medio, a temperatura ambiente (20° C a 25° C) con bolsas de Polietileno de alta densidad selladas. Para este estudio se evaluaron parámetros instrumentales: (textura instrumental, índice de peróxido y acidez) y sensoriales (sabor), con una frecuencia de 5 días de almacenamiento.

3.5.6. ANÁLISIS DEL PRODUCTO OPTIMIZADO

a. Análisis químico proximal

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

- **Proteína:** Se determinará el porcentaje de proteínas en laboratorios de Ensayos Clínicos, Biológicos e Industriales COLECBI S.A.C. – Nuevo Chimbote.
- **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:

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

b. Análisis microbiológicos: Determinación de mohos y levaduras:

Se realizará en el instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la UNS. (anexo 10)

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

3.6.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS ENRIQUECIDAS.

Las etapas de la elaboración de formulaciones de galletas tipo cokie con aceite de tarwi y Chía dirigido a niños y adultos sanos para aprox. 2.5 kg. de masa se explican a continuación:

- **Pesaje de sólidos secos y líquidos:** en esta operación se pesaron las materias primas e insumos (sólidos secos y líquidos) según las formulaciones para cada ensayo.



Figura 7: Pesado de ingrediente

- **Cremado:** Se batió el azúcar, la materia grasa líquida con la lecitina de soya hasta lograr la homogeneidad.



Figura 8: batido de ingredientes del cremado

- **Mezcla de sólidos:** Se colocó en la amasadora la harina galletera (trigo), semilla de Chía, polvos de hornear, bicarbonato de amonio, bicarbonato de sodio; hasta formar una mezcla homogénea.



Figura 9: mezcla de ingredientes solidos

- **Batido 1:** La mezcla formada, en la etapa anterior, es batida a baja velocidad durante 2 a 5 minutos, seguidamente se agrega el agua, finalmente se añade la mezcla obtenida en la etapa de cremado.



Figura 10: batido de todos los ingredientes

- **Amasado:** La masa obtenida es amasada en la mesa de acero inoxidable, usando las palmas de las manos hasta uniformizar a temperatura ambiente.



Figura 11: Amasado de la mezcla de ingredientes

- **Formado:** Luego de su breve amasado, se pesaron bolitas de 15g aproximadamente, se forman las galletas con las palmas de las manos con un diámetro de 5 cm, finalmente Las piezas de masa obtenidas fueron colocadas en bandejas, previamente enmargarinadas.



Figura 12: formado de galletas, boleado de 15g

- **Horneo:** Las galletas fueron horneadas, en un Horno por convección forzada marca NOVA a una temperatura de 150° C durante 11 minutos.



Figura 13: horneado de galletas cookie

- **Enfriamiento:** Se realizó a temperatura ambiente (20-25° C) sobre bandejas en la sala de envasado durante 45 minutos aproximadamente.



Figura 14: enfriamiento de las galletas tipo cookie

- **Envasado:** Una vez frías las galletas fueron empacadas en bolsas de polietileno de alta densidad, para luego sellar las bolsas con una selladora manual y mantener en perfecta hermeticidad al producto, se envasaron de a 5 galletas en 1 bolsa.

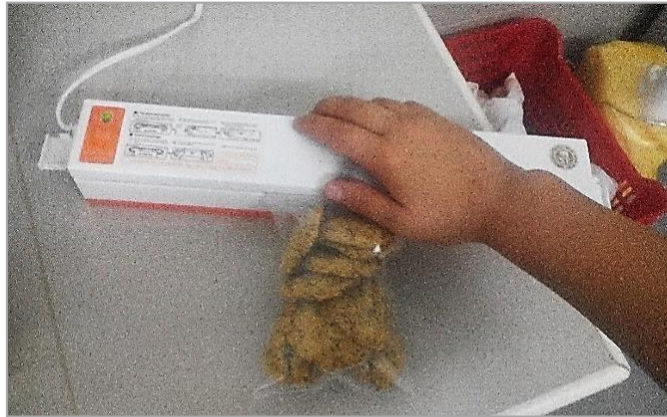


Figura 15: envasado en bolsas de polietileno

- **Almacenamiento:** Las bolsas empacadas se etiquetarán de acuerdo al esquema experimental a una temperatura ambiente (20-25° C), se almacenó en un lugar fresco, libre de polvo y sin exposición a excesiva a la luz. El periodo de almacenamiento tendrá una duración total de 30 días, con evaluaciones en los periodos de 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30.



Figura 16: Almacenamiento a Temperatura ambiente de galletas cookie

3.7. DISEÑO ESTADÍSTICO

El diseño estadístico utilizado es el Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR) de segundo orden con resultados en Superficie de Respuesta. Se realizó un planeamiento factorial completo $2k$, incluido $2.k$ puntos axiales y tres puntos centrales (en este caso $k=2$ por ser dos variables independientes) totalizando 11 tratamientos. En la tabla 1 se muestran los niveles de las variables independientes, concentración de chía y aceite de tarwi. El análisis estadístico se realizará con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 11: a) Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2^2 , incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central b) variables dependientes del delineamiento experimental (DCCR) 2^2

a.	Variables Independientes	Niveles				
		- α	-1	0	+1	A
	Concentración Porcentual de semillas de chía en la formulación (%)	2	3.2	6	8.8	10
	Concentración Porcentual aceite extraído de tarwi en la formulación (%)	4	5.5	9	12	14

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

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

b.	Análisis	Variables Dependientes (Respuesta)
	Análisis fisicoquímicos	<ul style="list-style-type: none"> • Color instrumental (L, C* y h°) • Textura instrumental (dureza y fracturabilidad) • Perfil ácidos grasos (AG- linoleico y linolénico) • Dureza dedo • Dureza insicivos
	Análisis sensoriales (tes descriptivo y de calidad)	<ul style="list-style-type: none"> • Aceitosidad bucal • Intensidad olor • Color superficie • Sabor

Se realizaron 11 ensayos con 4 puntos factoriales (combinación de los niveles -1 y +1), 4 puntos axiales (una variable en el nivel $\pm\alpha$ y la otra en 0), y tres repeticiones del punto central (las dos variables en el nivel 0). La Tabla 11 presenta el planeamiento experimental utilizado.

La elaboración y análisis de los experimentos se hizo en 2 días, y fueron escogidos aleatoriamente por sorteo, a excepción de los puntos centrales que fueron distribuidos para ambos días.

Tabla 12: Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2^2 .

Experimento	VALORES CODIFICADOS		VALORES REALES*	
	X ₁	X ₂	CHIA (%)	ACEITE (%)
1	-1	-1	3.2	5.5
2	+1	-1	8.8	5.5
3	-1	+1	3.2	12
4	+1	+1	8.8	12
5	- α	0	2	6
6	+ α	0	10	9
7	0	- α	6	4
8	0	+ α	6	14
9	0	0	6	9
10	0	0	6	9
11	0	0	6	9

*En base a 2.5Kg de masa (100%)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS A LA MATERIA PRIMA

4.1.1. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS SEMILLAS DE CHÍA Y TARWI AMARGO Y DESAMARGADO.

Los resultados obtenidos de los análisis químicos proximales porcentuales de las leguminosas: tarwi y semillas de chía se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 13: Composición Químico Proximal de granos de tarwi amargo y desamargado

Análisis químico	Tarwi amargo % p/p	Tarwi desamargado seco % p/p
Humedad	10.078 ± 0.072	10.905 ± 0.523
Cenizas	3.713 ± 0.031	1.191 ± 0.006
extracto etéreo	17.050 ± 0.504	19.690 ± 0.192
proteína	41.200 ± 0.520	51.060 ± 0.505
carbohidratos	27.959 ± 0.324	17.154 ± 0.212
Totales		

En la Tabla 13 se muestra el porcentaje de humedad del tarwi amargo donde el resultado es del 10.078 ± 0.072 similar al reportado por Vinicio Navarrete (2010) el cual determino la humedad de la misma variedad resultando el 9.90%. En la NTE INEN 2 389:2005 menciona que el rango adecuado de humedad que debe de tener el tarwi amargo debe ser entre 11 a 12%, en otra investigación se reportó un contenido de 10.13% (Allauca y colaboradores, 2005).

Esta diferencia de humedad puede ser explicada, ya que las muestras analizadas pueden haber estado expuestas en gran tiempo a una atmósfera abierta, otra causa sería el ambiente en el que hayan sido tomadas dichas muestras ya que la pérdida de humedad se manifiesta en forma lineal con respecto a la humedad relativa de ésta.

En 1975, INCAP reporta para el tarwi desamargado los siguientes valores: proteína 44.3%, extracto etéreo 16.5%, carbohidrato 28.2%, fibra 7.1% cenizas 3.3% y humedad 7.7. En el 2010 Vinicio Navarrete presenta la composición del tarwi amargo: humedad (9.90 %), proteína (41,20%), extracto etéreo (18-25%), y ceniza (3.98%) y Allauca y colaboradores, 2005 presenta los valores de humedad de 10.13%; cenizas 4.52 %; extracto etéreo 18.90% y proteína 47.80 %, los valores citados anteriormente son cercanos a los presentados en la tabla 13 en cuanto a proteínas, cenizas y extracto etéreo.

Con respecto al tarwi desamargado, en la tabla 13 se muestra el resultado de humedad que fue de 68.667 ± 0.523 , este dato es bastante superior al del tarwi amargado, esto se debe a la ganancia de agua que ha tenido el grano. Villacress, Caicedo y Peralta (1998) representa la composición química del chocho el cual tuvo los siguientes valores: humedad 73.63%, proteína 51.08%, extracto etéreo 20.37% y ceniza 2.36%. En el 2005, Allauca y colaboradores presenta la composición de tarwi desamargado el cual tuvo estos dichos valores: proteína 54.5%, extracto etéreo 21.22%, ceniza 2.54% y humedad 77.05%.

Vinicio Navarrete (2010) afirma que la semilla de chocho es una buena fuente de proteína con un contenido promedio proteico de 42%, pero también menciona que en el proceso de desarmagado los valores de proteína son mayores al 50% del peso seco.

ILLA (1982) reporta que las proteínas del *L. mutabilis* se encuentran en mayor proporción en el grano desamargado que en el grano aún amargo (52% y 39% respectivamente).

Dichas referencias son muy cercanas a los datos de la tabla 13, de tarwi amargo y desamargado que fueron 41.20 ± 0.520 y 51.06 ± 0.5052 respectivamente, la variación de proteína se da porque en el proceso de desamargado ocurre la eliminación de alcaloides, y esto da como consecuencia a que la proteína se concentre mucho más.

Según Castillo (1979) el extracto etéreo (aceite) en el *L. mutabilis* se encuentran mayormente en el grano desamargado con respecto al grano amargo (21.13 y 19.81 % respectivamente). En comparación con leguminosas cultivadas en Perú, según el Ministerio de Salud e Instituto de salud (2009) el tarwi desamargado presenta un contenido de extracto etéreo superior a todas las leguminosas como la arveja, frijol, haba, lenteja e inclusive la soja. Según Jacobsen y Mujica (2006) el tarwi desamargado posee en su mayoría igual o mayor contenido de extracto etéreo que la soja.

Según la NTE INEN 2 390:2004 el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir el siguiente requisito, el tener un porcentaje de ceniza de 1.9%. Allacua V. (2015) menciona en su tesis que los valores estándares de ceniza deben estar entre 4.52% para chocho amargo y 2.54% para chocho desamargado.

En la tabla 13 también podemos observar los datos que hemos obtenido, los cuales fueron 3.7139 ± 0.0662 y 1.787 ± 0.0254 amargo y desamargado respectivamente, estos datos son muy parecidos a los datos mencionados por los autores. Se puede observar que la ceniza del tarwi desamargado siempre es menor al del amargado, esto se da ya que al momento de desamargarlo, éste pierde el tegumento (cascara) el cual tiene en su composición hierro y magnesio, es decir se va una parte de sus minerales.

Tabla 14: Composición químico proximal de semillas de Chía

Análisis químico	CHIA % p/p
Humedad	7.330 ± 0.002
Cenizas	3.158 ± 0.002
extracto etéreo	28.860 ± 0.739
proteína	21.950 ± 0.830
Fibra	27.700 ± 0.233
carbohidratos Totales	38.702 ± 0.000

En la tabla 14 se muestra un porcentaje de humedad de 7.330 ± 0.0018 %, por otra parte, Mueller K, Eisner P. (2010) muestra $6.2 \pm 0.0\%$. Según el artículo realizado por Alvarado R. (2011) en su análisis proximal, se obtuvo $5.28 \pm 0.85\%$ este dato lo comparó con el resultado del autor Bushway et al (1981) que fue $4.31 \pm 0.16\%$. Los datos son muy diversos, una de las causas puede ser los diferentes ambientes en que haya sido tomado, ya que como se mencionó anteriormente la humedad se manifiesta en forma lineal con respecto a la humedad del ambiente.

En el artículo hecho por Alvarado R. (2011), realiza un análisis proximal comparando sus datos respecto a otros autores, hallando: ceniza $5.24 \pm 0.07\%$, proteína $19.32 \pm 0.71\%$, extracto etéreo $29.82 \pm 2.95\%$, carbohidratos $40.34 \pm 3.15\%$. Primero lo comparó con los de Bushway et al (1981) los cuales fueron: ceniza $4.61 \pm 0.03\%$, proteína 23.60% , extracto etéreo $29.80 \pm 0.87\%$, carbohidratos 39.70% . Y por último con los de Ayerza y Coates (2005) el cual obtuvo: ceniza 4.61% , proteína 20.71% , extracto etéreo 30.4% , carbohidratos 40.29% .

En la tabla 14 se muestra nuestra composición químico proximal de la semilla de chía en el cual obtuvimos: ceniza $3.158 \pm 0.002\%$, proteína $21.950 \pm 0.83\%$, extracto etéreo $28.960 \pm 0.739\%$ y carbohidratos $38.702 \pm 1.311\%$, estos datos son muy cercanos a los hallados por los autores mencionados anteriormente, es por ello que podemos decir que nuestros datos son muy confiables.

4.1.2. EVALUACIÓN FARINOLÓGICA A LA HARINA GALLETERA (TRIGO)

Se obtuvieron el farinograma y amilograma. En la tabla 15 se observa el % absorción de agua para la masa con harina de trigo. Los resultados son compatibles con los obtenidos por Jung y Eun (2003) sobre las propiedades reológicas de masas con harina de trigo. Según Morales (2012), El farinograma mide la resistencia de una masa de harina y

agua con una consistencia determinada al someterla al amasado me permite determinar el tiempo de desarrollo (indicativo de la calidad proteica de las harinas), la estabilidad y índice de tolerancia (que señalan la tolerancia de la harina al amasado). Además, determina la absorción de agua, valor de gran importancia en panificación, cuyos valores típicos se encuentran entre 59 y 62% (Benedito, 1994).

Tabla 15: farinografía para masas con harina de trigo

Tratamiento	H. Trigo (%)	ABS (%)	DDT (min)	S (min: ss)	MTI (FE)
F0 y todas las formulaciones	100	61.4±1.08	4.0±0.09	7.4±0.06	55±1.1

(±): Desviación estándar

C=Consistencia, ABS= Absorción de agua, DDT= Tiempo óptimo de desarrollo, S= Estabilidad, MTI= Índice de tolerancia

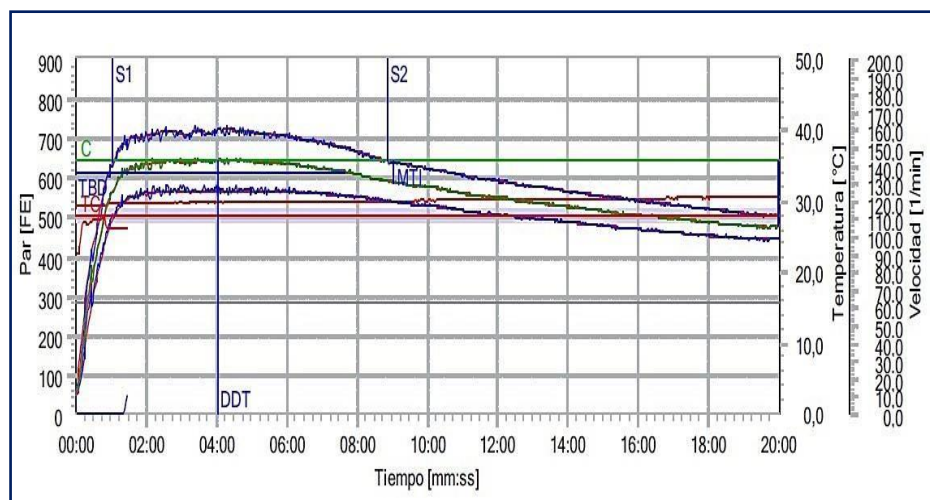


Figura 17: farinografía para masas con harina de trigo galletera

Resultados similares fueron encontrados por algunos autores: Peña y Jiménez (2009), Morales (1012) para harina de trigo intermedio en gluten. El índice de tolerancia presenta un valor de 55, resultados similares reportados por Rodríguez (2015) con 50. Este índice indica la resistencia que tiene la masa durante el amasado. Según Fu, Tian, Sun y Li (2008) obtuvieron harinas de trigo con gluten fuerte presentando valores más altos de estabilidad respecto a la harina de trigo con gluten intermedio y bajo. Para la absorción de agua atribuye al contenido de gluten en la masa, responsable de las propiedades visco

elásticas y de la absorción de agua). Morales (2012). Las harinas blandas o semiblandas son indispensables para la elaboración de galletas. Cabe mencionar que nuestra harina cumple con las condiciones farinográficas para la elaboración de galletas.

En la tabla 16, se observa la temperatura de gelatinización. Valores similares fueron reportados por: morones (2012), Gutiérrez (2015), Rojas (2016), entre otros.

Tabla 16: Amilografía para masas con harina de trigo

Tratamiento	H. de Trigo (%)	Inicio de Gelatinización (°C)	Temperatura de Gelatinización (°C)	Máximo de Gelatinización (AU)
<u>F0 y todas las formulaciones</u>	100	62.1	91.0± 0.32	1349±0.89

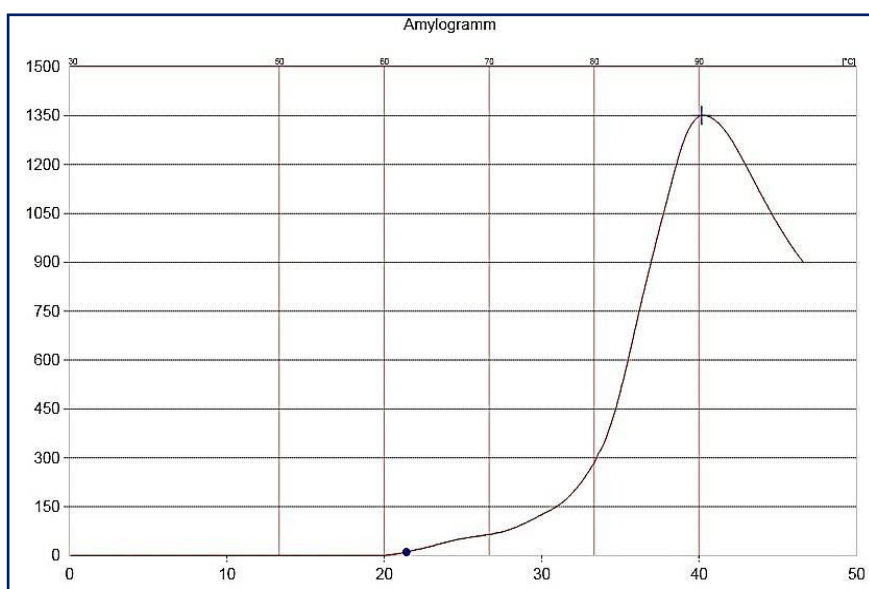


Figura 18: Amilografía para masas con harina de trigo galletera

Según Gomez, Leon y Rosell (2017) el amilograma mide la agitación de una suspensión de harina - agua durante el calentamiento y enfriamiento bajo una velocidad constante de cizallamiento, determina los perfiles de gelatinización y de empastamiento de la harina por medio de parámetros como viscosidad máxima. Robles (2012), indica que para la elaboración de galletas si se hacen con harinas muy duras, resultarían muy duras, más que crujientes y tienden a encogerse de

forma irregular tras el moldeo. Según Morones (2012) la temperatura de gelatinización debe ser de 85-95 para la elaboración de galletas, valor que se encuentra nuestra harina apta para elaborar nuestras galletas.

4.1.3. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS A LA MATERIA GRASA: TARWI DESAMARGADO Y SEMILLAS DE CHÍA.

Tabla 17: análisis Físico-químicos de aceites crudos de tarwi desamargado y chía

ANALISIS	Unidad	TARWI DESAMARGADO	CHIA
Índice de acidez	mg/g	1.393 ± 0.007	1.563 ± 0.024
Ácidos grasos libres	% p/p	0.705 ± 0.011	0.786 ± 0.061
Índice de refracción		1.471 ± 0.010	1.482 ± 0.011
Índice de peróxido	meqO ₂ /kg	1.556 ± 0.051	2.818 ± 0.013
Índice de yodo	gr. iodo/100 g	109.755 ± 0.938	189.100 ± 0.253

En la Tabla 17 se registra la acidez de las muestras de aceites con 0.7050 ± 0.001 (ácido oleico mg KOH/g aceite) para el aceite de tarwi crudo y 0.7865 ± 0.0061 (ácido oleico mg KOH/g aceite) para el aceite extraído de chía. Al comparar los valores experimentales los valores de acidez del aceite de tarwi y chía Según la FAO, las acideces obtenidas por ambos aceites se encuentran dentro del rango establecido 0.5% a 5% para materia grasa cruda o no refinada considerada apta para el consumo humano, no debe sobrepasar los límites establecidos, según Inma (2012) estos valores de acidez son expresados como el grado de hidrolisis que han sufrido los acilglicéridos. Al comparar ambos resultados podemos decir que son aceites que tienen un bajo grado de descomposición lipolítica.

Las muestras de aceite crudo presentan 1.4710 para tarwi y 1.4821 de índice de refracción (IR) para chía con una desviación de 0.010, según lo establecido por el CODEX STAN 210, (1999).

Para la FAO está relacionado por el grado de saturación y la relación cis/trans de los dobles enlaces, puede estar influenciado también por el daño que sufre tras la oxidación, se ve afectado por la temperatura (al aumentar la temperatura baja el IR), así como también Los ácidos grasos libres también bajan el IR.

Según La norma INEN N° 33 (2010), establece un rango de variación de 1,472 a 1,476, para los aceites de soya comerciales y destinados al consumo humano. En nuestras muestras de aceites predominan los ácidos grasos de mayor longitud y mayor insaturación, por lo que muestra un mayor valor de índice de refracción elevado tanto en aceite de tarwi desamargado y chía.

En la Tabla 17 podemos observar valores de 1.5561 ± 0.051 para aceite de tarwi y 2.8185 ± 0.0135 para aceite de chía de índice de peróxido. Cabe destacar que el aceite de chía presenta más peróxido en comparación con el tarwi, según el CODEX STAN 210 (1999), los aceites prensados en frío y vírgenes son aceptados hasta 15 mili equivalentes de oxígeno activo/kg de aceite. Según la FAO el índice de peróxidos en meq O₂/kg de grasa debe ser máximo de 5 para grasas y 10 para aceites, comparando con los resultados obtenidos se encuentra dentro del límite establecido, también se menciona que para aceites frescos debe estar entre 3.9 y 5 meq O₂/kg, podemos concluir que los aceites obtenidos no presentan indicio de rancidez oxidativa ni orígenes de compuestos volátiles, son considerados de muy buena calidad. Estos niveles imparten un sabor característico al aceite mejorando su aceptabilidad, debemos indicar también que los bajos valores de índice de peróxido no se incrementan excesivamente, debido a los tocoferoles presentes en el aceite de tarwi, que pueden ayudar a controlar la oxidación.

La muestra de aceite de tarwi presentó un valor medio de 109.7555 gr. De yodo en 100g de muestra y una desviación estándar de 0.938 mientras que el de chía presentó un valor medio de 189.10 cg I₂/g muestra y una desviación estándar de 0.253, según la FAO, los valores dependen de la

naturaleza de la materia grasa, aunque también de otros factores que deterioran a los aceites, mientras mayor es el grado de saturación, (menor índice de yodo). Según Ortega y Vásquez (2000), Mide el grado de insaturación de los ácidos grasos y permite estimar la vida útil

a. Composición de Ácidos Grasos del aceite de chía (salvia hispánica) y tarwi (Lupinus Mutabilis) extraído por prensado.

Tabla 18: ácidos grasos presentes en aceites crudos de tarwi desamargado y chía

Tipo De Ácido Graso	Ácido Graso	Abreviatura	Aceite tarwi (%p/p)*	Aceite chía (%p/p)**
Saturados	Ácido Palmítico	C16:0	10.610 ± 0.243	4.940 ± 0.003
	Ácido esteárico	C18:0	5.970 ± 0.244	1.590 ± 0.005
Insaturado	Ácido Oleico	C18:1	45.540 ± 2.110	3.660 ± 0.020
Poliinsaturado	Ácido linoleico	C18:2	35.560 ± 6.220	15.860 ± 0.007
	Ácido linolènico	C18:3	2.330 ± 0.006	73.930 ± 0.028

*lupinus mutabilis Swet.

**salvia hispánica

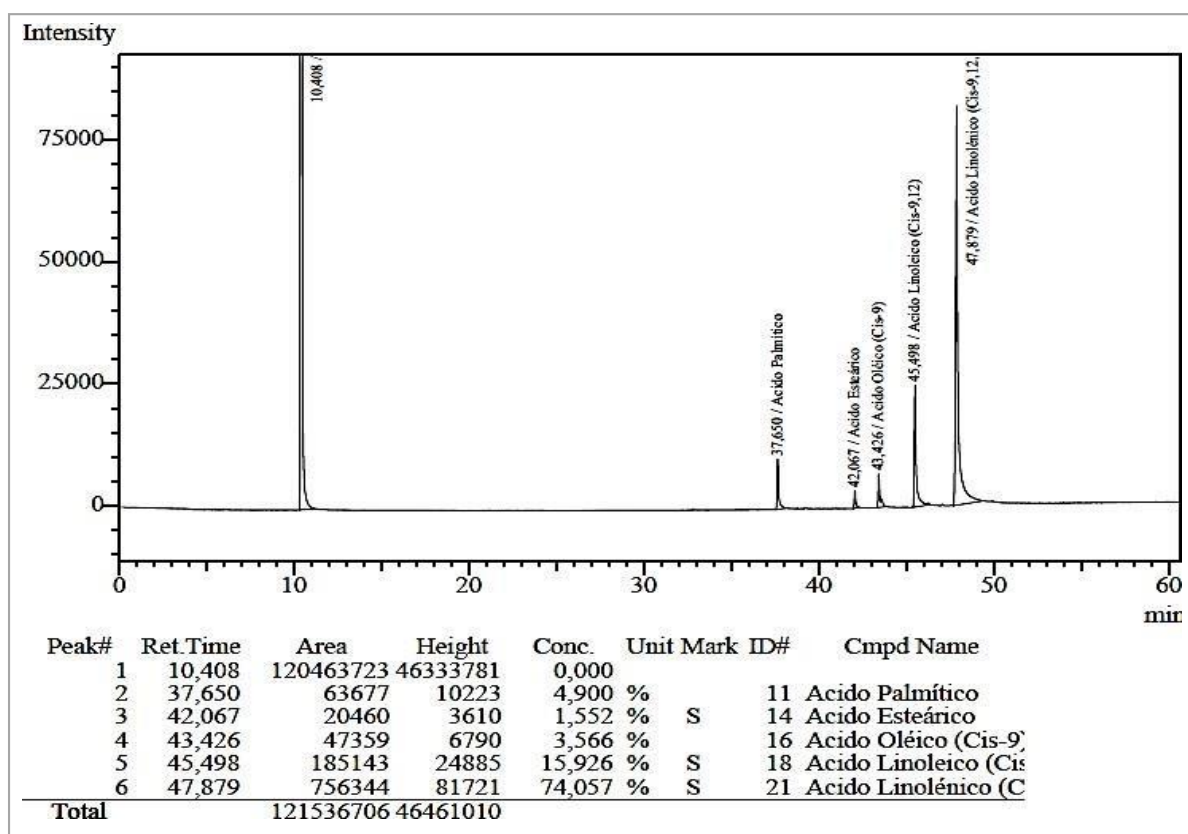


Figura 19: Cromatograma de ácidos grasos para materia grasa extraída de semilla chía

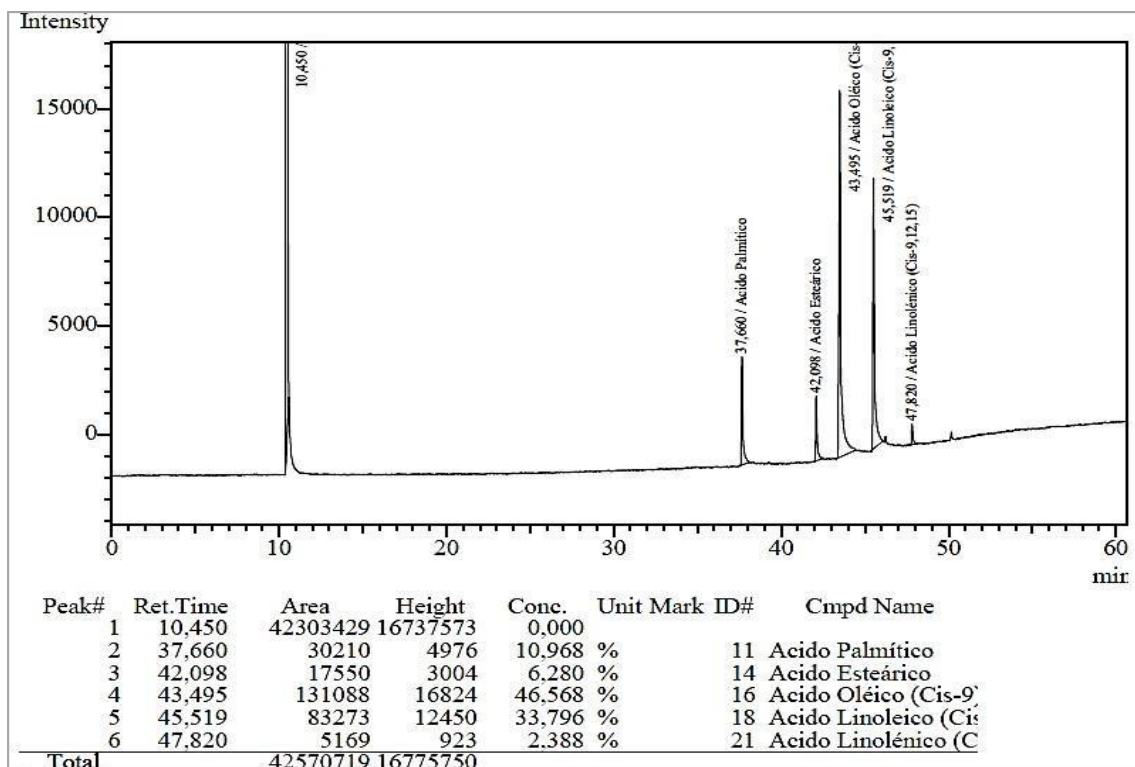


Figura 20: Cronomatograma de ácidos grasos para materia grasa extraída de tarwi

Como se ve en la tabla 18, la concentración de ácido linoleico obtenida en la presente investigación en la grasa fue mayor en Lupino Mutabilis Swet (35.56%) que en los cultivares de salvia hispánica (15.86%) alto comparado con lo reportado por Vinicio (2010) de 28.40% para aceite de tarwi desamargado, pueden atribuir al estado de desarrollo del fruto el cual influencia en la variación del contenido lipídico. Porcentajes de ácido oleico fueron mayores en el lupinus mutabilis (45.54%) que en chía (3.66%). Carbajal (2015) señala que el ácido oleico varía entre un 47.6 y un 36.3% para aceite de lupinus mutabilis de variedades altramuz blanco, tan, gol-marmara, munganli y ozberk, este resultado se aproxima a lo obtenido por vinicio (2010), el que señala que el porcentaje relativo de ácido oleico en aceite extraído de lupinus mutabilis Swett, se encuentra alrededor de un 48.087%.

Otro de los ácidos de gran importancia es el linolenico. El aceite de chía (salvia hispánica) presenta niveles de 89.79% a diferencia de tarwi desamargado 37.89% de ácidos grasos poliinsaturados ambos considerados niveles altos comparados con el del aceite de oliva (10.66)

2002 y Gil, 2010), estos resultados se asemejan a lo obtenido por Bodoira (2017) para aceite de chía con ácido linolénico siendo el ácido graso principal (61,8 g / 100 g de aceite) seguido de Linoleico (20,1 g / 100 g de aceite) y ácido oleico (7,18 g / 100 g de aceite). Siendo así que su composición conduce a un alto grado de insaturación (valor de yodo, 212). Según Delfino (2001) estos compuestos desempeñan roles críticos en la estructura de las membranas celulares y en el sistema inmunológico, por lo que son esenciales para el organismo y deben incluirse en la dieta.

En particular, *Lupinus Mutabilis* está compuesto por un 77% de ácidos grasos insaturados y 12.6% de ácidos grasos saturados Bodoira (2017) valores similares a la investigación comparados con el aceite de chía con un 89.79% de ácidos grasos insaturados y 6.53% de ácidos grasos saturados.

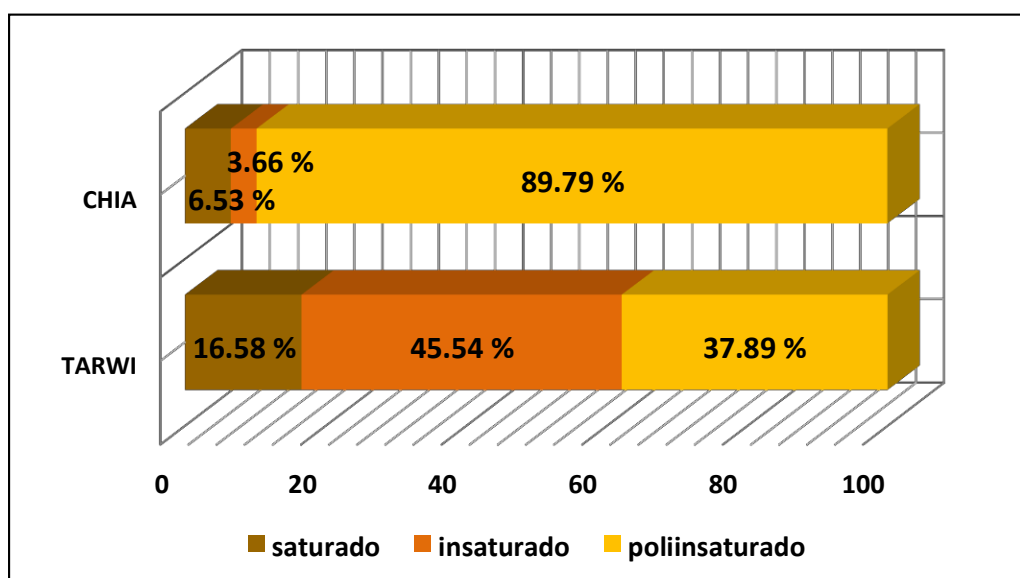


Figura 21: Composición de Ácidos Grasos del aceite de tarwi y chía extraído por prensado

Como se observa en la figura 22 el aceite de tarwi y chía están conformado en su mayor parte por ácidos grasos insaturados. En el caso del aceite de tarwi el ácido oleico (18:1 w9) representa 45.54 % más comparado con la chía con 3.66 % de la totalidad, mientras que el linoleico (18:2 w6) alcanza al 35.56% para *lupinus Mutabilis*. Los ácidos grasos de la chía (salvia hispánica) está conformado en su mayor parte por ácido linolenico (18:3

w3), más del 70 %, mientras que el ácido linoleico se encuentra en una proporción menor al 16 %. Los ácidos grasos saturados están presentes en ambas leguminosas representan una proporción muy reducida, pero con valores muy marcados de diferencia, para lupinus Mutabilis un 6.53% y para salvia hispánica menos del 17%.

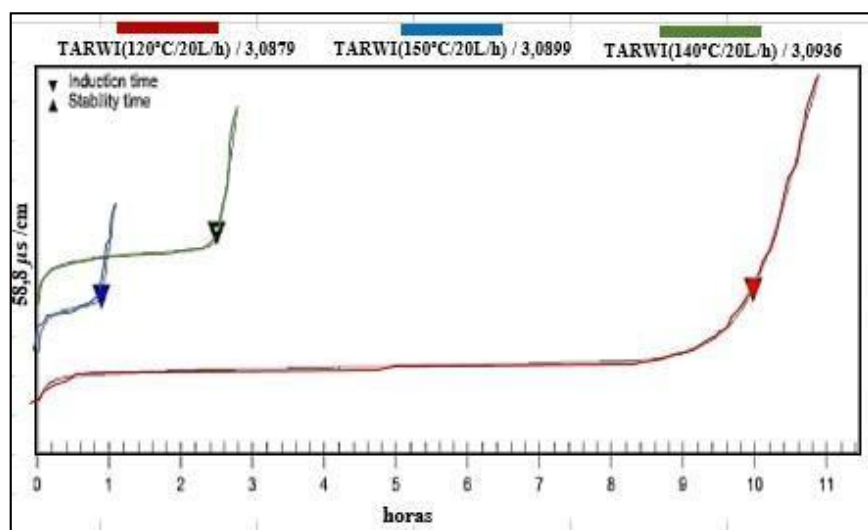
b. Estabilidad oxidativa en aceite crudo de Tarwi desamargado (Lupinus Mutabilis) y Chía (salvia hispánica).

Tabla 19: Efecto de la temperatura sobre el OSI de aceite de tarwi desamargado y chía

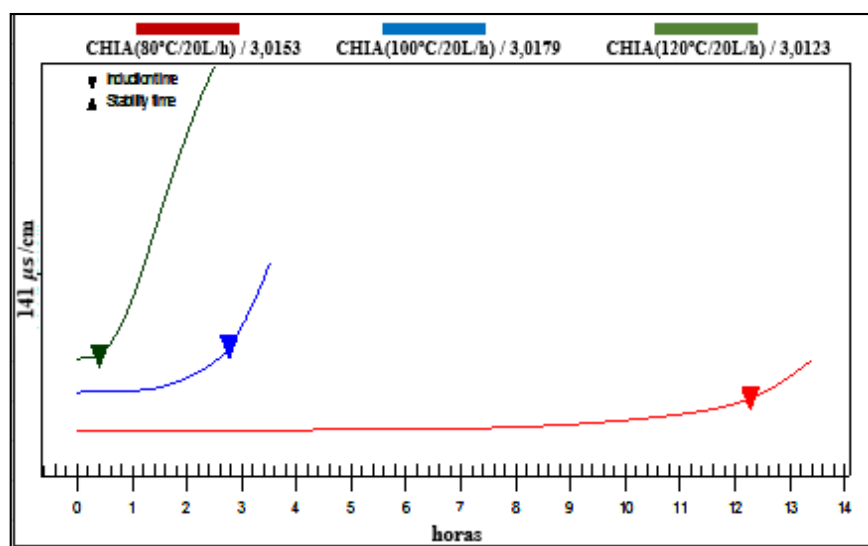
Muestra	Temperatura °C	Flujo de gas L/h	Tiempo de inducción (h)
Aceite de tarwi	120	20	9.970
	140	20	2.500
	160	20	0.890
Aceite de chía	80	20	12.280
	100	20	2.770
	120	20	0.400

En la tabla 19, podemos observar los valores de estabilidad oxidativa expresados en tiempo de inducción o tiempo de rancidez (Zapata, Cogollo, Rojanol; 2013) determinados por Rancimat a diferentes temperaturas, para un flujo constante de 20 L/h, a medida que va aumentando la temperatura los tiempos van reduciendo, como menciona Sherwin (1978) la velocidad de la reacción es una función de la temperatura. Podemos observar que el aceite de tarwi sometida a la oxidación acelerada muestra una mayor estabilidad oxidativa, en relación al aceite de chía para una misma temperatura de 120°C y 20L /h de flujo de aire aceite de tarwi 9.97 h. y aceite de chía 0.40 h. Este efecto podría explicarse por su composición en ácidos grasos menos poliinsaturados ya que el aceite de tarwi contiene mayor proporción de ácido graso linoleico (35.56%) que linolénico (2.33%), y alto contenido de γ -Tocoferol, compuesto destacado por sus propiedades antioxidantes (Vinicio, 2010). Con respecto al tiempo de inducción del aceite de semilla de chía, éste fue menor (0.4 h) a lo descrito por (Jiménez, Masson, Quitral; 2013) 0.8 h. Sin embargo, estas diferencias podrían atribuirse a la menor temperaturas utilizada en los ensayos realizados por estos autores (110°C).

cabe resaltar que para el aceite de tarwi no hay mucha investigación, sin embargo, hay estudios donde evalúan la estabilidad del aceite a condiciones ambientales y almacenamiento acelerado (calor, luz, humedad, metales de transición (Co, Ni, Hi) y colorantes) a los 75 días de almacenamiento presento 6.0696 meq O₂/kg (Vinicio, 2010)



(a*) tiempo de inducción aceite de tarwi



(b*) tiempo de inducción aceite de chía

Figura 22: Curvas obtenidas en el Rancimat con aceite de aceite de tarwi y chía a diferentes temperaturas y los correspondientes períodos de inducción. (a*) y (b*).

Los índices de calidad de un aceite determinan el estado oxidativo, Los ácidos grasos insaturados como reactivos principales muestran cambios de composición significativos durante la oxidación como podemos observar en

la figura 23, el aceite de chía está más comprometido a la oxidación. La proporción de oxidación en ácidos grasos como esteárico, oleico, linoleico y linolénico, ha sido descrita en 1: 100: 1200: 2500, respectivamente (Shahidi, Zhong; 2009), cabe resaltar que los aceites con ácidos saturados monoinsaturados presentan mayor estabilidad que los aceites con ácidos poliinsaturados. (Fanus, 2000). En la figura 23 podemos observar que los tiempos de inducción (punto donde comienza la rancidez oxidativa) puede ser controlado según Jiménez, Masson y Quitral (2013), pero si va más allá de este punto aumenta significativamente la producción de compuestos finales de oxidación como aldehídos, cetonas e hidrocarburos que generaran olores y sabores desagradables en los aceites estudiados. Los ácidos grasos saturados sólo se oxidan a temperaturas superiores a 60 °C, mientras que los poliinsaturados se oxidan incluso durante el almacenamiento de los alimentos en estado congelado (Martínez, 2010).

Bodoira (2017) indica que, para los aceites no refinados, el método de extracción de aceite utilizado no afecta adversamente los indicadores de rancidez hidrolítica y oxidativa. Podemos explicar la baja estabilidad oxidativa para la chía debido a su alto grado de instauración, su alto contenido de ácido linolenico, seguido del linoleico y oleico, este hecho junto con un tocoferol relativamente bajo y fenólico.

4.2. EVALUACIÓN EN LAS GALLETAS TIPO COOKIE:

4.2.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS EN LAS GALLETAS:

a. Evaluación de composición de ácidos grasos

La identificación y cuantificación de los ácidos grasos presentes se realizó por cromatografía gaseosa (CG), previa metilación. Los principales ácidos grasos presentes en las galletas fueron palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1 Δ 9c), linoleico(C18:2 Δ 9c,12c) y linolénico (C18:3 Δ 9c,12c,15c). Los ácidos grasos que se estudiaran a continuación son los insaturados esenciales.

Tabla 20: Respuestas del análisis composición ácidos grasos de las galletas tipo cookie enriquecidas con semillas de chía y aceite de Tarwi

Experimento	Concentración porcentual de aceite de tarwi en la formulación (%)	Concentración porcentual de semilla de chía en la formulación (%)	(C18:2) ω 6 (% p/p)	(C18:3) ω 3 (% p/p)
E1	5,05	3,02	39,621 \pm 0.001	6,138 \pm 0.009
E2	5,05	8,08	38,832 \pm 0.046	3,622 \pm 0.007
E3	12	3,02	37,539 \pm 0.002	7,721 \pm 0.010
E4	12	8,08	39,647 \pm 2.038	3,060 \pm 0.018
E5	6	2	38,220 \pm 0.099	9,250 \pm 0.064
E6	9	10	39,184 \pm 0.006	8,205 \pm 0.387
E7	4	6	39,862 \pm 0.016	4,244 \pm 0.128
E8	14	6	39,653 \pm 0.351	4,232 \pm 0.002
E9	9	6	40,631 \pm 0.007	3,741 \pm 0.042
E10	9	6	40,721 \pm 0.363	5,006 \pm 0.041
E11	9	6	40,592 \pm 0.463	4,923 \pm 0.241
CONTROL	-	-	16.666 \pm 0.956	0.00

(C18:1) ω 9 : ácido graso oleico, omega 9, estructura química: 18 carbonos y 1 doble enlace.

(C18:2) ω 6 : ácido graso linoleico, omega 6, estructura química: 18 carbonos y 2 dobles enlace.

(C18:3) ω 3 : ácido graso linolénico, omega 3, estructura química: 18 carbonos y 3 dobles enlace.

a.1. Ácido Graso Linoleico $\omega 6$:

Se observa en la Tabla 20, los porcentajes de ácidos grasos poliinsaturados, específicamente linoleico en las galletas se encuentran entre 37,539 y 40,721 %; siendo E10 (9% de X1 y 6% de X2) la que presenta mayor porcentaje de ácido graso linoleico respectivamente, comparado con un F0, que no contiene ninguna de las variables en su formulación, presento un porcentaje de $16,666 \pm 0.956$ de omega 6. Además, hay una aproximación en los valores obtenidos para las formulaciones con condición de punto central lo que indica una buena repetibilidad del proceso. Cabe destacar según Zamorano, guzmán, ibañez (2010), los alimentos que tienen mayor proporción de AG-saturados presentan mayor aporte calórico, en nuestra investigación las galletas presentan menos del 16% de AG-saturados, También menciona que en galletas dulces con chispas de chocolate presentan 10.7% de poliinsaturado, valor que en nuestro caso supera ya que llegamos a más del 45% en todas las formulaciones.

Según la FAO (2012), Un exceso de ácido linoleico alimentario asociado a algunos aceites vegetales, especialmente el de cártamo, el de girasol y el de maíz, podría reducir la formación de DHA a partir de alfa linolenico, omega3; ya que la Δ -6 desaturasa se inhibe por el exceso de sustratos n-6. Además, sobre una base de conversión relativa, la formación de ácido araquidónico es menor cuando se proporciona ácido linoleico de forma excesiva. el organismo no puede crearlo y tiene que ser adquirido a través de la dieta.

Cabe mencionar que el Comité Científico de la Alimentación Humana (SCF, Scientific Committee on Food), (1992) de la Comisión Europea estableció la ingesta de referencia para la población adulta de ácidos grasos poliinsaturados para adultos varones 6.4g/día y mujeres 5g/día de omega 6. Según el Consejo de Alimentación y Nutrición del Instituto de Medicina de EE. UU, (2002) estableció niveles de ingesta adecuada para los ácidos grasos omega-6 y omega-3, la ingesta adecuada del ácido alfa-linolénico 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, del mismo modo la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, European Food Safety

Authority), (2009) publicó sus recomendaciones de 10g/día de ácido graso omega-6 alfa-linoleico. Con los resultados obtenidos, se realizó un modelo predictivo. Los coeficientes de la regresión (error estándar, valor-t y valor-p) ajustada ($p < 0.05$) se muestra en la tabla 21.

El analizar los resultados % omega 6 de la tabla 20, se observó que los tratamientos sometidos a un balance de X1 y X2 presentan valores altos, Es así que se realizó el análisis de coeficiente de regresión, demostrando que los tratamientos del diseño tienen fuerte influencia significativa ($\alpha = 0.05$) en la respuesta de % omega 6, teniendo como R^2 de 0.91882 cercano a uno. X1 y X2 son estadísticamente significativos respecto al % omega 6 en las formulaciones.

Tabla 21: Coeficientes de regresión para la respuesta de ACIDO LINOLEICO (omega 6) en el análisis cromatógrafo de las galletas (día 0)

	Coeficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	Valor-p*
Media	40.477	0.232	173.774	0.000
X1	-0.824	0.410	-2.008	0.100
X1²	-1.987	0.708	-2.806	0.037
X2	1.380	0.304	4.540	0.006
X2²	-1.860	0.285	-6.513	0.001
X1 . X2	2.050	0.548	3.735	0.013

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

Los coeficientes de regresión obtenidos revelaron que, dentro de los parámetros estudiados, % semilla chía (L y Q), % aceite de tarwi (Q) tienen un efecto significativo ($p < 0.05$) respecto al % omega 6 de los tratamientos. Cabe resaltar que los valores mayores a 0.05 indican que no es estadísticamente significativo, por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

Tabla 22: ANOVA de ácido linoleico (omega 6) en el análisis cromatográfico de las galletas tipo cookie

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F _{cal}
Regresión	9.354	5	1.870	11.318
Residuos	0.826	5	0.165	
Total	10.180	10		

Al realizar el análisis de varianza, se encontró que el modelo obtenido es estadísticamente significativo dado que $F_{\text{calc}} (11.318) > F_{\text{tab}} (5.050)$; además de tener un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9188$. Luego de haber comprobado la significancia, se obtuvo un modelo matemático de variables codificadas representadas en la ecuación 01, que muestra la posibilidad del % de omega 6 de ser estimado en función del X1 y X2, que se ajusta bien a los datos experimentales.

La ecuación obtenida fue:

$$\% \text{omega } 6_{\text{Dialo}} = 40.4777 - 0.82496 * X_1 - 1.98749 * X_1^2 + 1.38034 * X_2 - 1.86049 * X_2^2 + 2.05052 * X_1X_2 \quad (\text{ECU. 01})$$

Dónde:

X1 = % aceite de tarwi

X2 = % semillas de chía

X1*X2 = interacción de % de aceite de tarwi y % de chía

Así mismo, el elevado coeficiente de determinación (R^2) del modelo seleccionado para predecir la % omega 6 en las galletas enriquecidas ($R^2 = 0.9188$) permite interpretar los resultados mediante las gráficas de superficie de respuesta y la de contorno (figura 22), donde la región de color rojo representa la combinación de X1 y X2 óptimos para que retenga un mayor contenido de % omega 6

Este resultado coincide con lo observado por Morones R. en el 2012, donde los tratamientos con adición de aceite de linaza micro encapsulado para

conservar su actividad antioxidante sometidos con 50g de aceite (9%) elevaron su contenido de AG- C18:2 ω 6 (30.6%) y alfa-linolènico (1.1%).

En la figura 24 se presenta la superficie de respuesta y curvas de contorno del modelo obtenido. Claramente, se observa que los experimentos sometidos a X1 por encima de los 8.5 y X2 por debajo del 3% presentaron un valor de ácido linoleico por debajo de 34%. La mejor formulación viene destacando la zona más roja, teniendo los valores altos y ricos en ácido linoleico (C18:2- ω 6) por encima de 40% en las galletas, el cual cumple la función de controlar y reducir el colesterol que las grasas saturadas acumuladas, además de ser fundamental en la formación de tejido nervioso y del tejido ocular (Mensink y Katan, 1992).

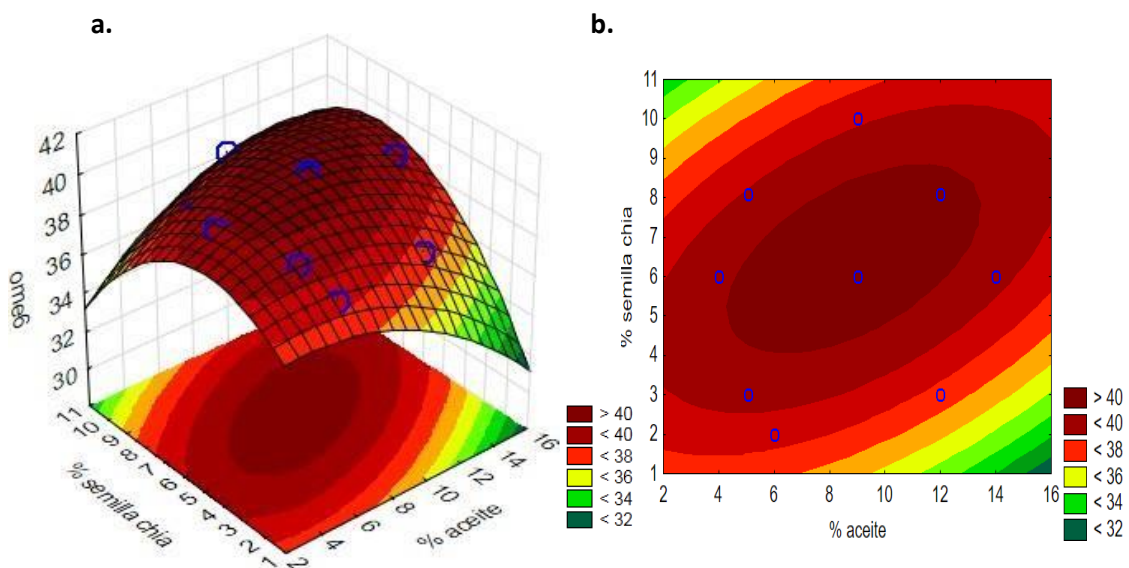


Figura 23: superficie de respuesta: (a) y curvas de contorno (b) para el parámetro Ácido graso linoleico (omega 6) del análisis cromatógrafo de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones.

A través de la superficie de respuesta (figura 24) generada por el modelo se puede observar que mayor es el porcentaje de omega 6 cuando se adiciona mayor porcentaje de X1 (2 a 9.5%), el porcentaje de ácido linoleico disminuye cuando se adiciona mayor cantidad de X2. Además, la concentración de semilla de chía más adecuado es de 4 a 6 %.

El buen ajuste de los datos experimentales, se puede corroborar en la figura 25, comparando con el análisis de varianza que se realizó en la tabla 22, se obtuvo que el efecto principal (X1 y X2) fueron significativos ($p < 0.05$), esto se puede corroborar con el diagrama de Pareto.

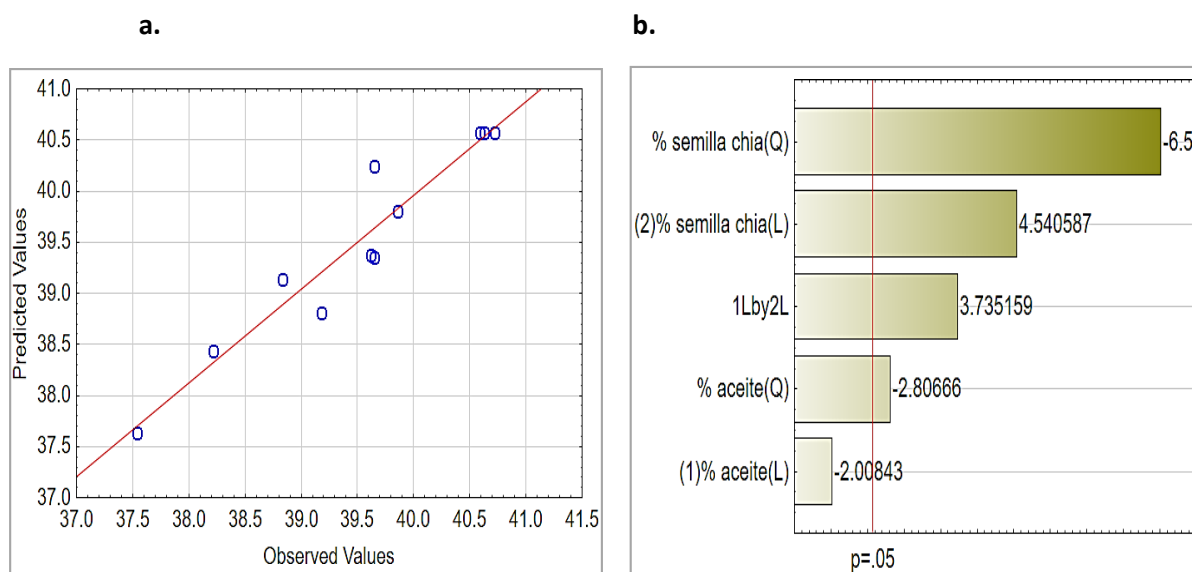


Figura 24: a) gráfico de linealidad y b) Pareto para el parámetro Ácido graso oleico (omega 6)

Observando mi diagrama de linealidad (figura 25), los puntos azules (experimentales) está cerca de la línea (predicho), demostrando que el modelo predice bien y es apropiado. De igual forma podemos ver nuestro diagrama de Pareto, llegamos a la conclusión que X2 (termino cuadrático) es más significativo que X1.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de las proporciones de ácido graso linoleico (%) en todas las formulaciones, se demuestra que todos experimentos se encuentran dentro del rango de dosis recomendadas por las organizaciones CANIM (2012) y EFSA (2009) para adultos y niños (Anexo 01) . Es por ello que podemos establecer un óptimo, aquel que tenga los valores más altos, siendo la F10 con 40,721% p/p (mg/100g) corresponden a un X1 de 9.00 y a un X2 de 6.00, comparados con un control que solo tiene 19.253% AG-linoleico, supera en gran cantidad a la formulación óptima.

a.2. Ácido Graso Linolénico ω 3 :

En la Tabla 20 tenemos los porcentajes de AG-poliinsaturados linolénico en las formulaciones, se encuentran entre 3.060 y 9.250 %; siendo E5 (6% de X1 y 2% de X2) que presento mayor porcentaje de AG-linoleico respectivamente, mientras que F0 que no contiene ninguna de las variables del diseño no presento porcentajes de omega 3. Según la FAO (2012), el organismo no puede sintetizar estos ácidos grasos por lo cual deben ser consumidos en la dieta, esta indispensabilidad es debido a que los mamíferos carecen de las enzimas necesarias para insertar dobles enlaces en los átomos de carbono que están más allá del carbono 9 a partir del carboxilo terminal. La variación del contenido de AG-linolenico en las formulaciones se deben a las diferentes proporciones agregadas de X1 y X2, sabemos que, al someter a calor, las grasas con mayor contenido de AG-poliinsaturados presentan menos estabilidad. Según Vinicio (2010) X1 , tiene actividad antioxidante in vitro, presento mayor proporción de γ -tocoferol y δ -tocoferol, importantes componentes como actividad antioxidante in vitro, capaz de controlar el enranciamiento oxidativo.

Según la investigación de la nutricionista hoyos (2009) debemos tener en cuenta las características de los aceites y el uso de ellos, ya que aceites con alto contenido de AG-linolenico al someter a altas temperaturas son muy inestables y podemos llevarlos a ácidos grasos trans, que tienen el mismo efecto que los ácidos grasos saturados, por lo cual son dañinos para la salud. Cabe destacar que la mezcla del X1 y X2 aplicadas en esta investigación reaccionaron positivamente manteniendo niveles de AG-linolénico hasta 9.25% y bajo porcentaje de AG-saturados >16%, sin embargo, las concentraciones de ácido linolenico varían conforme se va alternando las proporciones de las variables del diseño.

Según el Consejo de Alimentación y Nutrición del Instituto de Medicina de EE. UU, (2002) estableció niveles de ingesta adecuada para los AG-omega-6 y omega-3, la ingesta adecuada del AG- α linolénico para adultos varones \geq 19 años 1.6g/día y mujeres 1.1g/día; niños y niñas de 1-3 años 0.7g/día; niños y niñas de 4 – 8 años 0.9g/día; niños varones de 9 – 13 años 1.2g/día y mujeres 1g/día. Cabe mencionar que el Comité Científico de la Alimentación Humana

(SCF, Scientific Committee on Food), (1992) de la Comisión Europea estableció la ingesta de referencia para la población de AG-poliinsaturados para adultos varones 1.6g/día y mujeres 1g/día de omega 3. y según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, European Food Safety Authority), (2009) publicó sus recomendaciones de 2g/día de ácido graso omega-3 α -linolénico (ALA).

Con los resultados obtenidos en el día 0, se realizó un modelo predictivo. Los coeficientes de la regresión (error estándar, valor-t y valor-p) ajustada ($p < 0.05$) se muestra en la tabla 23.

Tabla 23: Coeficientes de regresión para la respuesta de ACIDO LINOLENICO (omega 3) en el análisis cromatográfico de las galletas (día 0)

	Coeficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	Valor-p
Media	4.572	0.612	7.464	0.000
X1	0.408	1.080	0.378	0.720
X1²	-1.665	1.862	-0.894	0.411
X2	-2.919	0.799	-3.652	0.014
X2²	3.470	0.751	4.620	0.005
X1 . X2	-1.278	1.443	-0.885	0.416

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

Los coeficientes de regresión obtenidos revelaron que, dentro de los parámetros estudiados, X2 (L y Q) fue el único factor que tiene un efecto significativo ($p < 0.05$) respecto al % omega 3 en los tratamientos. Cabe resaltar que los valores mayores a 0.05 indican que no es estadísticamente significativo, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. En la actualidad una relación de consumo de ácidos grasos omega-6 y omega-3 cercana a 5:1 se considera óptima (Valenzuela, 2002).

Tabla 24: ANOVA de ácido alfa linolènico (omega 3) en el análisis cromatogràfico de las galletas (día 0)

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F _{cal}
Regresión	37.319	5	7.463	6.529
Residuos	5.715	5	1.143	
Total	43.035	10		

Al realizar el análisis de varianza, se encontró que el modelo obtenido es estadísticamente significativo dado que $F_{calc} (6.5296) > F_{tab} (5.050)$; además de tener un elevado R^2 **0.8671**. Luego de haber comprobado la significancia, se obtuvo un modelo matemático de variables codificadas representadas en la ecuación 02, que muestra la posibilidad del % de omega 3 de ser estimado en función de X1 y X2, que se ajusta bien a los datos experimentales.

La ecuación obtenida fue:

$$\% \text{ omega } 3_{Día 0} = 4.57248 + 0.40864 * X_1 - 1.66599 * X_1^2 - 2.91979 * X_2 + 3.47018 * X_2^2 - 1.27828 * X_1X_2 \quad (\text{ECU. 02})$$

Dónde:

X1 = % aceite de tarwi

X2 = % semillas de chía

X1*X2 = interacción de % de aceite de tarwi y % de chía

Así mismo, el elevado coeficiente de determinación (R²) del modelo seleccionado para predecir la % omega 3 en las galletas enriquecidas (R²= 0.8671) permite interpretar los resultados mediante las gráficas de superficie de respuesta y la de contorno (figura 26), donde la región de color rojo representa la combinación de X1 y X2 óptimos para que retenga un mayor contenido de % omega 3

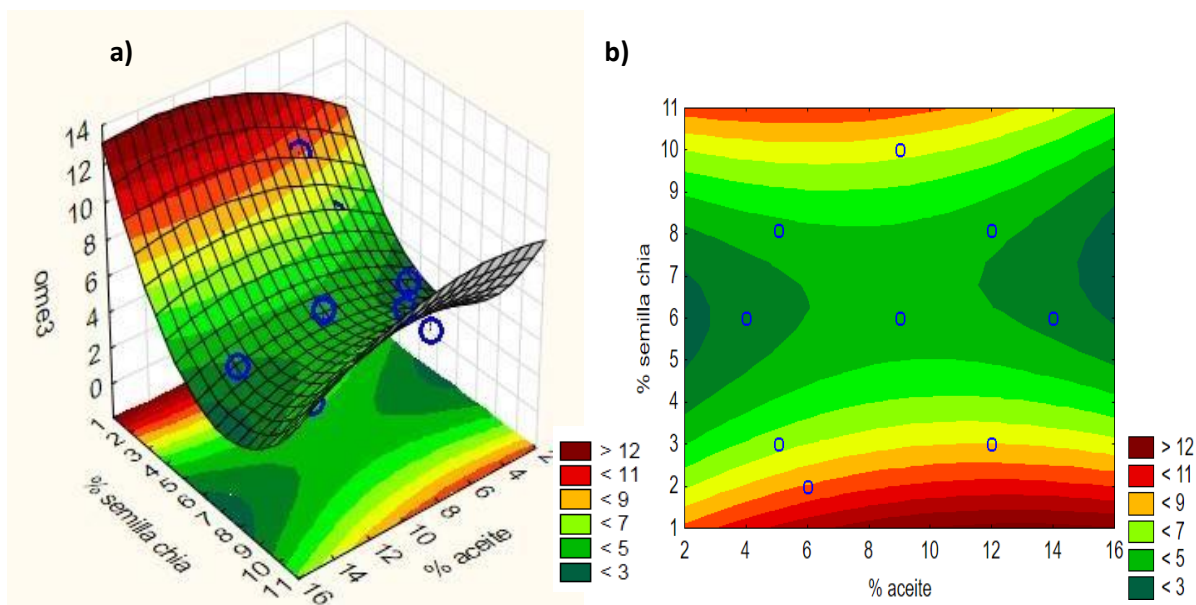


Figura 25: superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el parámetro Ácido graso linolenico(omega 3) del análisis cromatogràfic de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones

Podemos observar en la figura 26 que la superficie generada por el modelo, interpreta que mayor es el porcentaje de omega 3 cuando se adiciona mayor concentración de X1 (8 a 14%), el porcentaje de AG- α linolènico disminuye cuando se adiciona mayor cantidad de X2. Además, la concentración de X2 más adecuado es de 1 a 2.5 %. Los resultados obtenidos de enriquecimiento de AG- α linolenico son similares al obtenido por Vinicio (2010) que reporta valores de 2.03 % omega (2.03g/100g) usando como enriquecimiento X2, además el valor obtenido se encuentra dentro del límite máximo establecido de dosis recomendada por las organizaciones de salud; al mismo tiempo Torres¹, Cortes¹, Cabrera² (2012), con un enriquecimiento de 0.290% de AG- α linolènico

El buen ajuste de los datos experimentales, se puede corroborar en la figura 27, comparando con el análisis de varianza que se realizó en la tabla 24, se obtuvo que el efecto principal (% chía) fue significativo ($p < 0.05$), esto se puede corroborar con el diagrama de Pareto.

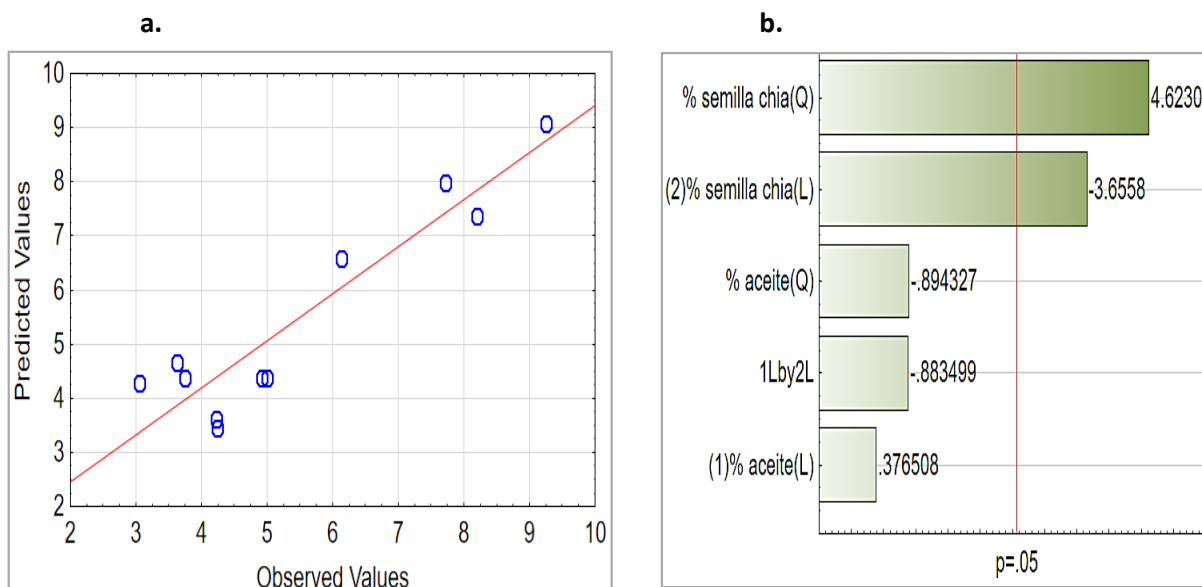


Figura 26: a) grafico de linealidad y b) Pareto de efectos estimados para el parámetro Ácido graso alfa-linolenico (omega 3)

Según el diagrama de Pareto (figura 27-b), el X2 (termino lineal y cuadrático) tienen efectos significativos, sin embargo X2 en termino cuadrático es más significativo que en termino lineal. Cabe mencionar que el grafico de linealidad me garantiza que los puntos están cerca del predicho (línea divisora), por lo tanto, el modelo se ajustó bien a mi variable respuesta.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de las proporciones de ácido graso esencial linoleico en todas las formulaciones, se demuestra que todos experimentos se encuentran dentro del rango de dosis recomendadas por las organizaciones CANIM (2012) y EFSA (2009) para adultos y niños. Establecemos un punto óptimo, aquel tenga los valores más altos, siendo E3 con 7,721 % p/p (mg/100g) corresponden a un 12.00 % de X1 y un 3.02% de X2, comparados con un F0 que no tiene AG-alfa-linolenico.

a.3. Porcentaje de extracto etéreo en todas las formulaciones:

Tabla 25: % grasa (base seca) para todas las formulaciones (Día 0)

Experimento	Concentración porcentual de Chía en la formulación (%)	Concentración porcentual de aceite de Tarwi en la formulación (%)	GRASA %
E1	5.05	3.02	9.262
E2	5.05	8.08	16.461
E3	12.00	3.02	12.279
E4	12.00	8.08	17.934
E5	6.00	2.00	7.389
E6	9.00	10.00	14.552
E7	4.00	6.00	11.387
E8	14.00	6.00	17.932
E9	9.00	6.00	15.456
E10	9.00	6.00	14.359
E11	9.00	6.00	15.583
CONTROL	-	-	15.969

En relación al contenido de grasa de los productos los resultados se encuentran dentro de la NORMA NMX-F-006 (1983) con porcentaje mínimo de 5% para galletas tipo comerciales III. Podemos observar en la tabla 25 que todos los experimentos del diseño se encuentran en valores >10% de grasa, comparado con el control que se encuentra en un nivel mayor de 15%. Las tendencias esperadas de acuerdo a diferentes investigaciones por Salinas y romero (2011) consolidan que para galletas dulces presentaron 14 a 15% de grasa y para galletas integrales saladas con 5.5 a 8.3%. Según la Ficha técnica de alimentos Kaliwarma (2014), cada 100 g de alimento debe contener como mínimo 1,5 - 8,0 g de grasa.

Zamorano, guzman, ibañez (2010) muestra una relación directa de aportes de grasa y energía por porción de consumo, donde más del 50% de la energía de las grasas es proporcionada por las saturadas (valores altos de estos ácidos aumenta el colesterol en la sangre, riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares, y problemas de obesidad), seguido las insaturadas.

a.4. Efecto de las variables del proceso sobre el contenido de ácidos grasos insaturados y saturados.

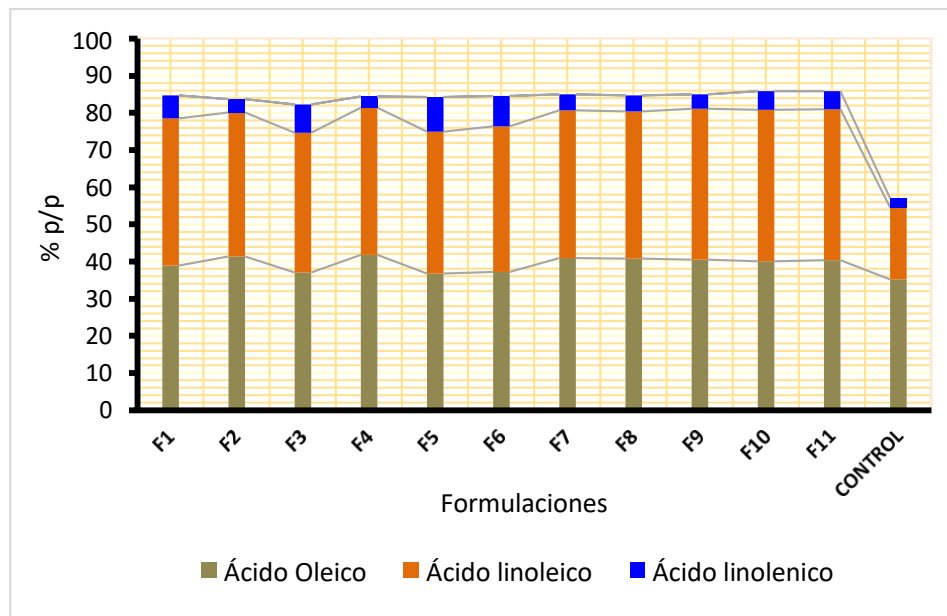


Figura 27: composición de ácidos grasos insaturados en las formulaciones

Según Zamorano, Guzmán, Ibañez (2010) las galletas horneadas presentan un alto contenido de AG-saturados, del orden del 63,7 % y por lo tanto bajos aportes, de 25,6 % para AG-monoinsaturados y de 10,7 % de poliinsaturados. En este contexto, las galletas de estudio poseen una materia grasa de más alta. La OMS y la FAO recomiendan que el consumo de grasas sea menor al 30% de la ingesta de calorías totales y que de éstas menos de un 10% sean grasas saturadas (Dietary Guidelines Advisory Committee, 2005). calidad, ya que la proporción de AG-insaturados (figura 26), se ubican entre 80 a 85%; seguidamente de ácidos saturados (AGS) de 15 a 17%, comparados con la muestra control que tiene 43.51% de AGS relativamente alto comparado con las formulaciones del diseño y 57% de AG-insaturados.

Cabe destacar que dentro del consumo de los ácidos grasos esenciales indican una relación entre ácido linoléico y ácido linolénico óptima varía entre 5:1 según la FAO (2012). Según la revista A.D.A.M 1997-2017, los ácidos grasos poliinsaturados pueden ayudar a reducir su nivel de colesterol LDL (malo), denomina al colesterol como una sustancia

suave y cerosa que puede provocar obstrucciones o bloqueos en las arterias (vasos sanguíneos), también indica que mantener sus niveles de LDL bajos reduce su riesgo de padecer cardiopatías y accidentes cerebrovasculares.

Consulta de Expertos Morales (2012), reconoció que los ácidos grasos insaturados pueden tener propiedades biológicas y efectos específicos sobre la salud. las ingestas de ácido linoleico por encima del 12% de energía reducen el HDL-C (colesterol malo). Existen pruebas convincentes de que la sustitución de ácidos grasos saturados por aceites vegetales sin hidrogenar ricos en ácidos grasos CIS insaturados provocan una reducción en la proporción TC/HDL-C. (colesterol malo).

Cabe destacar que Según FAO (2012), Los dobles enlaces de AG-insaturados que existen en la naturaleza son muy menudo de orientación CIS (significa que los átomos de hidrógeno unidos a los dobles enlaces se encuentran en el mismo plano) y si los átomos de hidrógeno se encuentran en los planos opuestos, se denomina TRANS, este hecho es reforzado por Sanguenza (2002), menciona que la isomería geométrica de los ácidos grasos es muy importante en términos nutricionales, como dice la FAO (2012) la gran mayoría de los ácidos grasos que se encuentran naturalmente poseen isomería *cis*, sin embargo Sanguenza (2002), explica que en nuestra dieta habitual consumimos una pequeña, pero no despreciable porción (1g a 7g/día) de AG con isomería *TRANS*, estos ácidos grasos provienen esencialmente de la manipulación tecnológica (Ronaine de Ferrer, 2000) a que son sometidas las grasas y aceites para adaptarlas a nuestro consumo, cabe destacar que las galletas evaluadas presentan un buen equilibrio de AG-poliinsaturados y monoinsaturados (teniendo en cuenta que el exceso de poliinsaturado omega 3 conlleva a una reducción de la estabilidad oxidativa) , tras el horneado, el contenido de AG-saturados fue considerablemente bajo y los AG-insaturados presentes son de isomería CIS, no se identificaron isomerías TRANS. Según Morales (2012) el equilibrio de estos ácidos está involucrado también directamente con el aporte energético y parte estructural de ciertos tejidos ya que compiten por las mismas enzimas y el exceso de una podría

provocar déficit relativo de la otra. el principal destino metabólico del ácido linolenico es la β -oxidación (aporte de energía), seguido por el depósito y en una muy baja proporción la elongación o conversión y desaturación en AGPICL ω -3 (ácidos grasos poliinsaturado de cadena larga) específicamente los ácidos grasos eicosapentaenoico (C20:5 ω -3, EPA) y docosahexaenoico (C22:6 ω -3, DHA).

b. Textura instrumental

Tabla 26: Datos de dureza y fracturabilidad para todas las formulaciones

Experimento	Chía en la formulación (%)	aceite de Tarwi en la formulación (%)	Dureza	Fracturabilidad
E1	5.05	3.02	51.232±0.591	6.191±0.779
E2	5.05	8.08	30.014± 0.550	9.628 ±0.037
E3	12.00	3.02	26.718± 0.010	12.559 ± 0.191
E4	12.00	8.08	11.807±0.059	17.911 ± 0.063
E5	6.00	2.00	45.662±0.083	7.701 ± 0.055
E6	9.00	10.00	20.845± 0.494	15.289 ± 0.118
E7	4.00	6.00	40.418±0.025	10.012 ± 0.970
E8	14.00	6.00	15.307± 0.136	17.910 ± 0.457
E9	9.00	6.00	24.901±0.622	14.600 ± 0.220
E10	9.00	6.00	25.439± 0.015	15.918 ± 0.005
E11	9.00	6.00	25.032± 0.150	15.592 ± 0.350
CONTROL	-	-	27.398± 0.052	15.592± 0.195

La textura es un factor importante en la aceptabilidad de los alimentos (Kim et al., 2012; Chen y Linus, 2013; Torres et al., 2015b). Incluye un número de sensaciones físicas diferentes; aunque es más conveniente utilizar el término “parámetros texturales” (Foegeding et al., 2011; Akwetey y Knipe, 2012; Zhuab et al., 2013). Los cuales son el grupo de características físicas que dependen de los elementos estructurales del material y se relacionan con la deformación, desintegración, flujo por la aplicación de una fuerza. Los parámetros de textura pueden ser considerados de gran importancia en el control de calidad de los alimentos (Hleap et al., 2010; Milde et al., 2014). Específicamente la dureza en los

productos amiláceos indica su grado de frescura, mientras que la crujencia arroja información sobre su estructura interna y características composicionales (Castro et al., 2003; Granados et al., 2014).

b.1. Dureza

Para Demonte 1995, la dureza es la fuerza máxima obtenida durante el primer ciclo de comprensión. Se requiere a la fuerza requerida para comprimir un producto entre los molares o entre la lengua y el paladar. Es la resistencia a la penetración, donde varios procedimientos son utilizadas para medir la dureza, y estos dependen del material con que está hecha la sustancia, su espesor y la carga aplicada.

En la tabla 26 se puede observar los resultados obtenidos, teniendo así valores de 11.807 N a 51.232N y un F0 de 27.398 N.

Con los resultados obtenidos, se realizó un modelo predictivo. Los coeficientes de la regresión (error estándar, valor-t y valor-p) ajustada ($p < 0.05$) se muestra en la tabla 27.

Tabla 27: Coeficientes de regresión para la respuesta DUREZA

	Coeficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	Valor-p
Media	26.132	1.602	16.311	0.000
X1	-26.230	2.825	-9.284	0.000
X1²	-26.230	4.870	1.047	0.342
X2	-14.137	2.090	-6.761	0.001
X2²	3.250	1.964	1.654	0.158
X1 . X2	1.991	3.775	0.527	0.620

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

Los coeficientes de regresión obtenidos revelaron que, dentro de los parámetros estudiados, X1 y X2 (termino lineal) tienen un efecto significativo ($p < 0.05$) respecto a la dureza de los tratamientos.

Resultados similares fueron hallados por Castro et al. (2003), Granito et al. (2010), Barrera et al. (2012) y Gani et al. (2014), en galletas horneadas con adición de aceite, quienes indicaron que dentro de los factores que más

contribuyeron e influyeron en los parámetros texturales entre ellos la dureza, es la cantidad de aceite que se le agrega a dichas galletas, ya que ésta tiene una relación directamente proporcional respecto a la dureza.

En una investigación realizada por Chauhan et al. (2015), quienes elaboraron galletas con aceite de oliva y aceite de girasol, se reportó que la dureza de las galletas fue significativamente afectada por la incorporación de estos dos tipos de aceites; ambos tipos de galletas mostraron menor fuerza para romperse en comparación con F0 (mantequilla).

Es así que en la tesis doctoral realizada por Tarancón Serrano. (2013), quien estudió la influencia de la grasa en las propiedades físicas y sensoriales de las galletas, se observó que al disminuir el contenido de grasa, las galletas presentaron mayores valores de fuerzas, de resistencia a la rotura a la penetración y también más fracturas durante la penetración.

Tabla 28: ANOVA del estudio de dureza en las galletas

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F _{cal}
Regresión	1460.621	5	292.1242	37.3569
Residuos	39.099	5	7.8198	
Total	1499.720	10		

Al realizar el análisis de varianza, se encontró que el modelo obtenido es estadísticamente significativo dado que $F_{\text{calc}} (37.3569) > F_{\text{tab}} (5.050)$; además de tener un $R^2=0.973$. Luego de haber comprobado la significancia, se obtuvo un modelo matemático de variables codificadas representadas en la ecuación 03, que muestra la posibilidad de dureza de ser estimado en función de X1 y X2, que se ajusta bien a los datos experimentales.

La ecuación obtenida fue:

$$\% \text{Dureza}_{\text{Dia 0}} = 26.1328 - 26.2309 * X_1 - 26.2309 * X_1^2 - 14.1371 * X_2 + 3.2503 * X_2^2 + 1.9912 * X_1X_2 \quad (\text{ECU. 03})$$

Dónde:

X1 = % aceite de tarwi

X2 = % semillas de chía

X1*X2 = interacción de % de aceite de tarwi y % de chía

Así mismo, el coeficiente de determinación (R^2) del modelo seleccionado para predecir la dureza en las galletas enriquecidas ($R^2= 0.97393$) permite interpretar los resultados mediante las gráficas de superficie de respuesta y la de contorno (figura 29), donde la región de color rojo representa la combinación de X1 y X2 con el mayor % dureza.

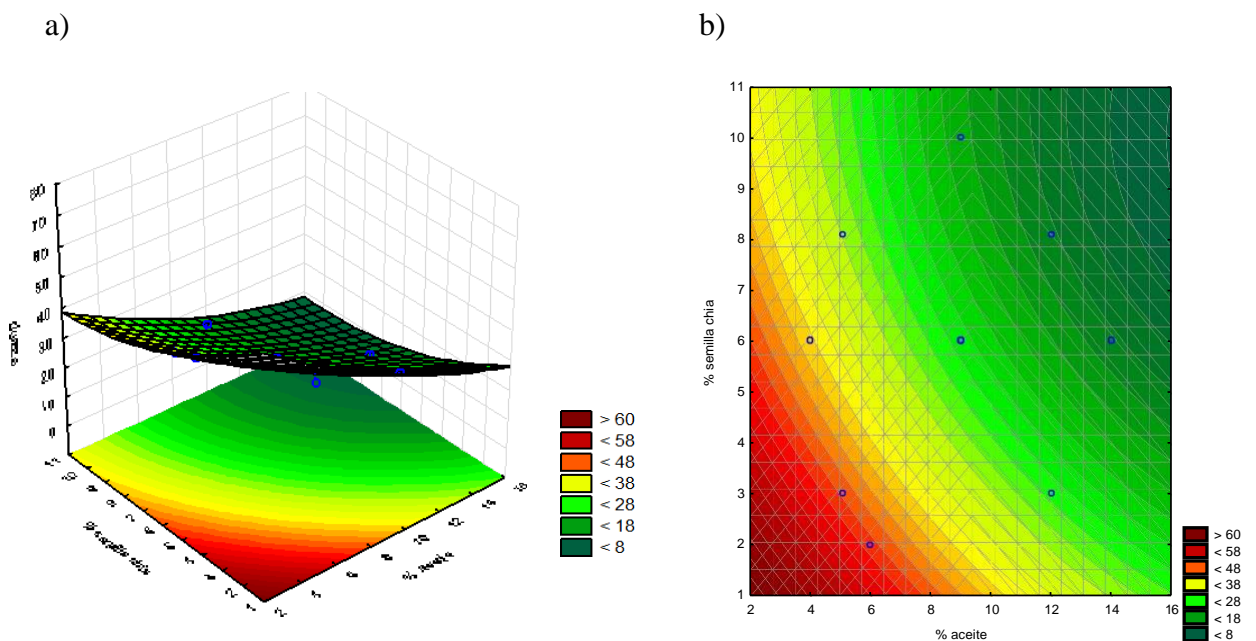


Figura 28: superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el parámetro dureza del análisis de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones

En la figura 29, se observó que los ensayos sometidos a menor X1 y X2, fueron los que tuvieron mayores valores de fuerza, y en los que tendrían mayor cantidad de X1 obtuvieron lo contrario. Según la gráfica de superficie de respuestas, los valores óptimos tienen que ser los de mayor cantidad de X1 y X2, mientras mayor sea la cantidad de X1, nos estaremos acercando más a la formulación óptima, teniendo así valores de 12-14% X1 y 6-7 % X2. Teniendo así la formulación óptima F4 con $11.807 \pm 0.059N$ de dureza comparado con un F0 de $27.398 \pm 0.052N$

Una galleta en su composición no puede tener poca cantidad de aceite ya que tendríamos una galleta dura, y éste parámetro sería un mal indicador de frescura. Según CATA (Check all that apply) menciona en su investigación que el bajo contenido de grasa favorece la formación de una textura adecuada en las galletas horneadas. Estos resultados no coinciden con los presentados por Rebolledo et al. (1999), donde la grasa presentó un valor del 21,01 %; mientras que Cori y Pacheco (2004) encontraron valores de grasa del 16,90 % en galletas dulces a base de harina de trigo y harina de girasol.

En concordancia con estos resultados, De simas et al. (2009) evaluaron la dureza instrumental en galletas horneadas con grasa convencional en las cuales encontraron una disminución elevada del contenido de grasa (del 25% al 10%), este suceso dio lugar a galletas considerablemente más duras, secas y con menos sabor. En cambio, con una reducción un poco menos drástico (del 25% al 15.6%), las propiedades sensoriales de las galletas fueron similares.

El buen ajuste de los datos experimentales, se puede corroborar en la figura 30, comparando con el análisis de varianza que se realizó en la tabla 28, se obtuvo que el efecto principal (X2 y X1) fueron significativos ($p < 0.05$), esto se puede corroborar con el diagrama de Pareto.

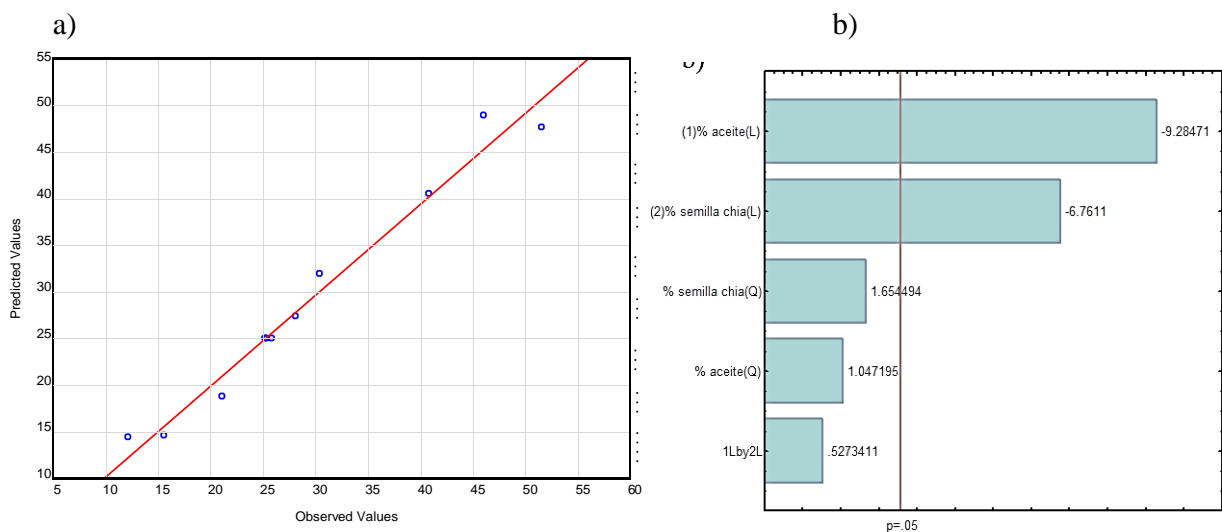


Figura 29: a) grafico de linealidad y b) Pareto para el parámetro de Dureza

Puedo corroborar que mi modelo predice bien y es apropiado, observando mi diagrama de linealidad (figura 30-b), ya que los puntos azules (experimentales) está cerca de la línea (predicho). De igual forma podemos ver nuestro diagrama de Pareto, llegamos a la conclusión que % semilla de chíá (termino cuadrático)

b.2. Fracturabilidad

Según BOURNE, M.C. La fracturabilidad es la primera caída significativa de la curva durante el primer ciclo de compresión producto de un alto grado de dureza y bajo grado de cohesividad. Se refiere a la dureza con el cual el alimento se desmorona, cruje o se revienta. Se expresa en unidades de fuerza-Newton. Según la tabla 26 los resultados indican que los valores están entre 6.191 ± 0.779 N y 17.910 ± 0.457 N y un valor para la muestra F0 de 15.592 ± 0.195 N

Según BALKIR, P. AND M. METIN (2011). Es la fuerza requerida en la cual la muestra se agrieta o rompe. Es resultado de un alto de grado de dureza y un bajo grado de adhesividad.

Tabla 29. Coeficientes de regresión para la respuesta FRACTURABILIDAD

	Coefficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	Valor-p
Media	14.912	0.632	23.565	0.000
X1	8.534	1.158	7.648	0.000
X1²	-3.934	1.923	-2.045	0.096
X2	4.443	0.825	5.380	0.002
X2²	-2.515	0.775	-3.242	0.228
X1 . X2	1.910	1.491	1.280	0.256

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

Los coeficientes de regresión obtenidos revelaron que, dentro de los parámetros estudiados, % Aceite de tarwi (L) y %Semillas chíá (L) fueron

los únicos que tienen un efecto significativo ($p < 0.05$) respecto a la fracturabilidad de los tratamientos.

Los datos de fracturabilidad y firmeza de las muestras de galletas con X2 muestran una ligera correlación directa con respecto a la grasa aportada por esta semilla; así también evidenció información sobre la estructura interna de las galletas horneadas (Gaines, 1994; Castro et al., 2003).

Tabla 30: ANOVA del estudio de fracturabilidad en las galletas

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F _{cal}
Regresión	160.085	5	32.017	26.245
Residuos	6.099	5	1.219	
Total	166.184	10		

Al realizar el análisis de varianza, se encontró que el modelo obtenido es estadísticamente significativo dado que $F_{calc} (26.2451) > F_{tab} (5.050)$. Luego de haber comprobado la significancia, se obtuvo un modelo matemático de variables codificadas representadas en la ecuación 4, que muestra la posibilidad de fracturabilidad de ser estimado en función del X1 y X2.

La ecuación obtenida fue:

$$\% \text{Fracturabilidad} = 14.91250 + 8.53460 * X_1 - 3.93474 * X_1^2 + 4.44342 * X_2 - 2.51599 * X_2^2 + 1.91024 * X_1X_2 \quad (\text{ECU. 04})$$

Dónde:

X1 = % aceite de tarwi

X2 = % semillas de chía

X1*X2 = interacción de % de aceite de tarwi y % de chía

Así mismo, el coeficiente de determinación (R^2) del modelo seleccionado para predecir la fracturabilidad en las galletas enriquecidas ($R^2 = 0.9633$) permite interpretar los resultados mediante las gráficas de superficie de

respuesta y la de contorno (figura 31), donde la región de color rojo representa la combinación de X1 y X2 que tenga un mayor contenido de % fracturabilidad.

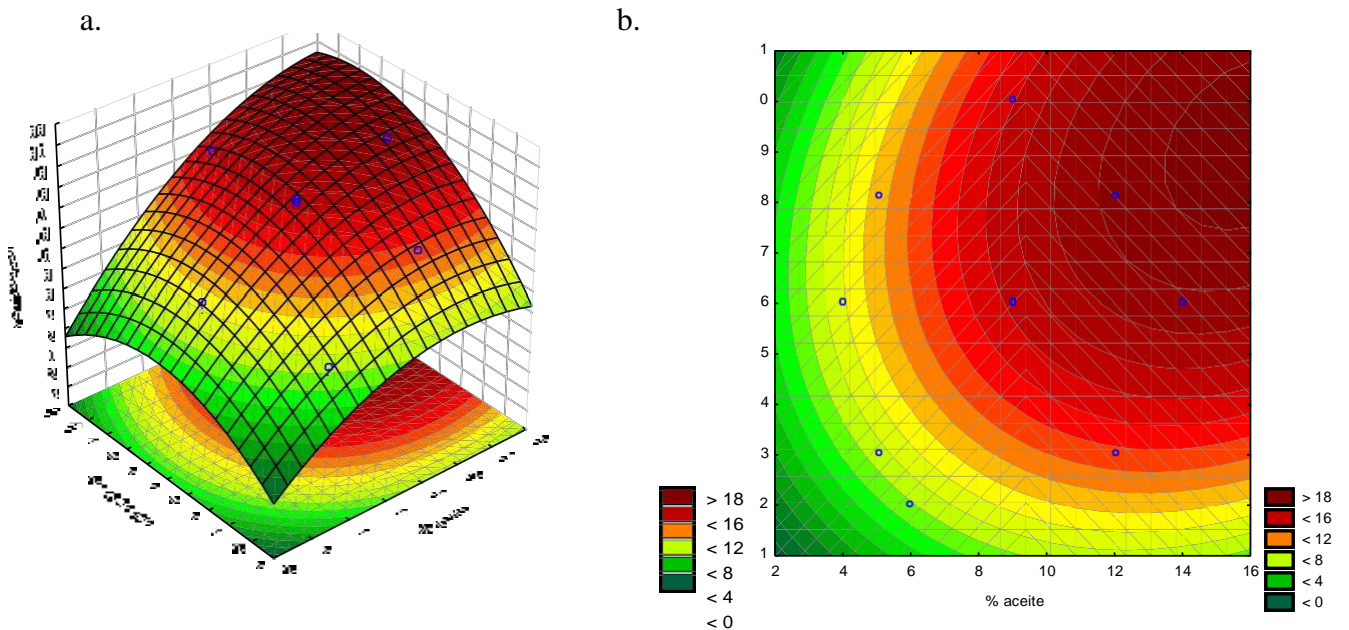


Figura 30: Superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el parámetro fracturabilidad del análisis de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones

En la figura 31, se observó que los ensayos sometidos a mayor X1 y X2 dieron valores más cercanos, para hallar el punto óptimo; según las gráficas de superficie de contorno debería estar entre un 12% de X1 y 6-10% de X2 aproximadamente. Teniendo así la F4 como la mejor con $17.911 \pm 0.063N$ comparada con un control de $15.592 \pm 0.195N$.

Resultados similares se obtuvo en la investigación realizada sobre la influencia de la grasa en las propiedades físicas y sensoriales de galletas, en el cual se observó que aquellas galletas que tuvieron en su composición más cantidad de aceite, reportaron mayores valores de fracturabilidad, es decir, se requirió de un mayor esfuerzo para provocar su ruptura. Estos resultados pueden deberse a un efecto de mayor cohesividad o unión de los materiales en estas galletas. (Wieser 2007)

El buen ajuste de los datos experimentales, se puede corroborar en la figura 32, comparando con el análisis de varianza que se realizó en la tabla 29, se obtuvo que el efecto principal (% chía) fue significativo ($p < 0.05$), esto se puede corroborar con el diagrama de Pareto.

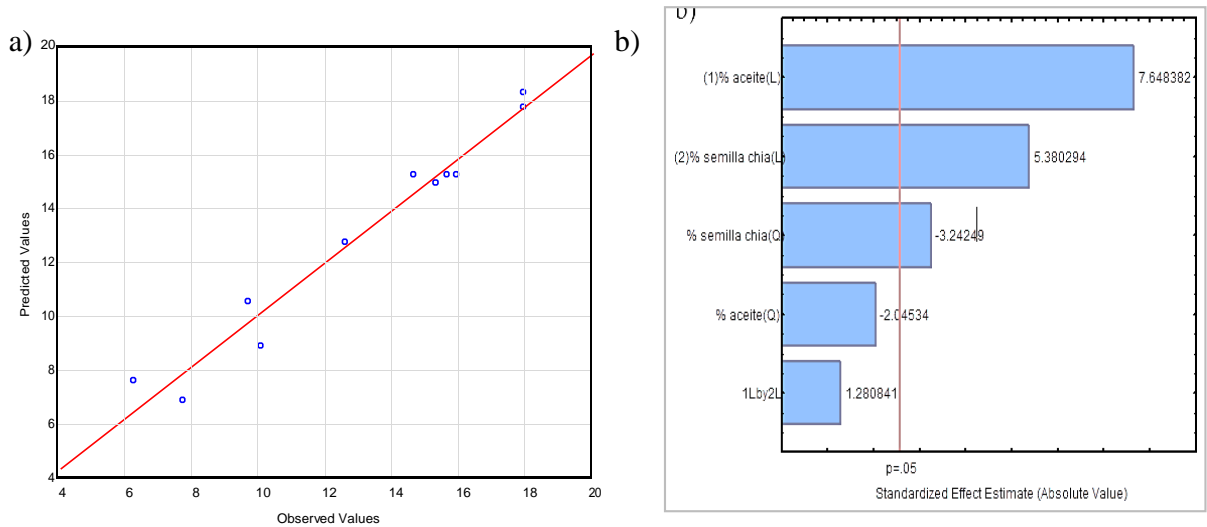


Figura 31: a) grafico de linealidad y b) Pareto para el parámetro de Dureza

Según el diagrama de Pareto (figura 32-b), X2 (termino lineal y cuadrático) y X1 tienen efectos significativos, sin embargo, X1 en termino lineal es más significativo que % X2 (lineal y cuadrático). Cabe mencionar que el grafico de linealidad me garantiza que los puntos están cerca del predicho (línea divisora), por lo tanto, el modelo se ajustó bien a mi variable respuesta.

c. Color instrumental

Los colores en las galletas se deben a distintos compuestos, principalmente orgánicos, algunos que se producen durante el manejo y procesamiento y otros que son pigmentos naturales o colorantes sintéticos añadidos (Badui, 2006). La tabla 31 muestra los resultados de colorimetría, podemos darnos cuenta que las formulaciones con menor concentración de X1, presentaron menor luminosidad con intensidad de color claro como la F1, F2, F3, F6 y F7 como mayor tendencia al color blanco, además hay una aproximación de los ensayos obtenidos para las

formulaciones con condición de punto central (repeticiones) presentaron relativa proximidad, lo que representa la realización de un buen proceso. Corroborando lo mencionado, para Bello (2008), las causas que definen el cambio de coloración es debido a la presencia de pigmentos o colorantes naturales, como consecuencia de reacciones enzimáticas propias; también al adicionar un tratamiento térmico desarrollan tonalidades que van desde un ligero amarillo hasta un café intenso, mediante las reacciones de Maillard y de caramelización (Mora y Baracaldo, 2004) Según (Delmoro - 2010) el color de la corteza de las galletas son una carta de presentación al consumidor, una corteza muy pálida o en extremo oscura pueden causar el rechazo del producto.

El valor o luminosidad o claridad es la magnitud que corresponde a la escala de 0 es el negro y 100 es el blanco, a^* (+ =más rojo, -= más verde y 0=neutro); y b^* (+ =más amarillo, -= más azul y 0=neutro) y el valor de cromaticidad C^* (0 para estímulos acromáticos y superiores de 1000 monocromáticos) y el ángulo de tono, h^* , varía entre 0 y 360°.

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta Luminosidad, presentados en la tabla 31.

Tabla 31: Respuestas del análisis color instrumental de las galletas enriquecidas con semillas de chía y aceite de Tarwi

Experimento	aceite de Tarwi en la formulación (%)	Chía en la formulación (%)	L*	a	B	C*	h°
E1	5.05	3.02	70.457	2.847	35.300	35.415	85.390
E2	5.05	8.08	66.607	1.460	25.329	25.371	87.285
E3	12.00	3.02	60.420	3.013	39.957	40.072	85.605
E4	12.00	8.08	59.547	3.087	36.770	36.899	84.985
E5	6.00	2.00	66.293	-0.137	27.903	27.904	90.284
E6	9.00	10.00	64.030	-0.687	26.953	26.962	91.463
E7	4.00	6.00	66.527	1.493	33.407	33.440	87.441
E8	14.00	6.00	61.590	0.307	41.440	41.442	89.492
E9	9.00	6.00	59.077	2.397	35.741	35.821	85.675
E10	9.00	6.00	61.710	3.467	36.180	36.347	84.518
E11	9.00	6.00	61.068	3.456	35.908	35.546	84.238
CONTROL	-	-	60.457	3,803	34,223	40.130	85.390

L: valores promedio de Luminosidad, a: valores promedio del matiz (+ rojo, - verde), b: valores promedio de la tonalidad (+ amarillo, - azul). Letras iguales en una misma fila, indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$)

c.1. Luminosidad

Con respecto a la luminosidad es el parámetro-indicador asociado a la reacción de maillard (Gonzales, 2011). Sus valores indican la claridad y brillo de la luz, si estos son altos revelan una galleta clara, mientras que si son bajos o próximos a 0 indican un color oscuro, cabe indicar que las coloraciones en las galletas tienen relación con reacción de Maillard y los colorantes naturales de los ingredientes (Güemes et al., 2009; Visentín et al., 2009)

Con los resultados obtenidos el Día 0, se realizó un modelo predictivo. Los coeficientes de la regresión ajustada ($p < 0.05$) se muestran en la Tabla 32.

Tabla 32: Coeficientes de regresión para la respuesta L^ (luminosidad) en el análisis de colorimetría de las galletas (día 0)*

	Coeficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	Valor-p
Media	60.520	1.049	57.671	0.000
X1	-7.594	1.850	-4.104	0.009
X1²	7.779	3.190	2.438	0.058
X2	-0.754	1.369	-0.550	0.605
X2²	2.348	1.286	1.825	0.127
X1 . X2	1.618	2.473	0.654	0.541

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

Los coeficientes de regresión obtenidos revelaron que, dentro de los parámetros estudiados, X1 (L) fue el único que tiene efecto significativo ($p < 0.05$) respecto al parámetro de luminosidad (L^*) de los tratamientos. Cabe resaltar que los valores mayores a 0.05 indican que no es estadísticamente significativo.

Podemos destacar que las formulaciones F, F4, F8, F9 y F10 presentaron valores más bajos comparados con el resto de formulaciones, por ende, presentaron superficies más oscuras que el resto.

El color más oscuro de las galletas con X1 puede ser debido, en parte, al color natural de ésta (pigmentos carotenoides), y también a las reacciones de Maillard que tienen lugar entre azúcares reductores y proteínas, produciendo melanoidinas coloreadas que disminuyen la luminosidad de la galleta. Resultados similares obtuvieron Mora y Baracaldo. (2004) en el enriquecimiento de galletas con aceite de palma crudo, produciéndose un aumento del color y una disminución de la luminosidad de las galletas obtenidas de acuerdo a la concentración de este aceite. Otro estudio acorde a los resultados obtenidos es el realizado por Chung et al. (2014), el cual muestra como aumenta la luminosidad (L^*) de la galleta al ir sustituyendo aceites en galletas.

Al realizar el análisis de varianza (tabla 33), se encontró que el modelo obtenido es estadísticamente significativo dado que F_{calc} (6.9058) > F_{tab} (5.050); además de tener un $R^2 = 0.873$.

Tabla 33: ANOVA para luminosidad (L^) en el análisis de colorimetría de las galletas (día 0)*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F_{cal}
Regresión	115.838	5	23.167	6.905
Residuos	16.774	5	3.354	
Total	132.613	10		

Luego de haber comprobado la significancia, se obtuvo un modelo matemático de variables codificadas representadas en la **ecuación 05**, que muestra la posibilidad de la luminosidad (L^*) de ser estimado en función de X1, que se ajusta bien a los datos experimentales.

La ecuación obtenida fue:

$$\text{luminosidad } (L^*)_{\text{Día 0}} = 60.52076 - 7.59444 * X_1 + 7.7794 * X_1^2 - 0.75426 * X_2 + 2.34852 * X_2^2 + 1.61871 * X_1X_2 \quad (\text{ECU. 05})$$

Dónde:

X1 = % aceite de tarwi

X2 = % semillas de chía

X1*X2 = interacción de % de aceite de tarwi y % de chía

Así mismo, el elevado coeficiente de determinación (R^2) del modelo seleccionado para predecir la luminosidad (L^*) en las galletas enriquecidas ($R^2=0.87351$) permite interpretar los resultados mediante las gráficas de superficie de respuesta y la de contorno (figura 33), donde la región de color rojo representa la combinación de X1 y X2 que tenga un mayor valor de Luminosidad (L^*).

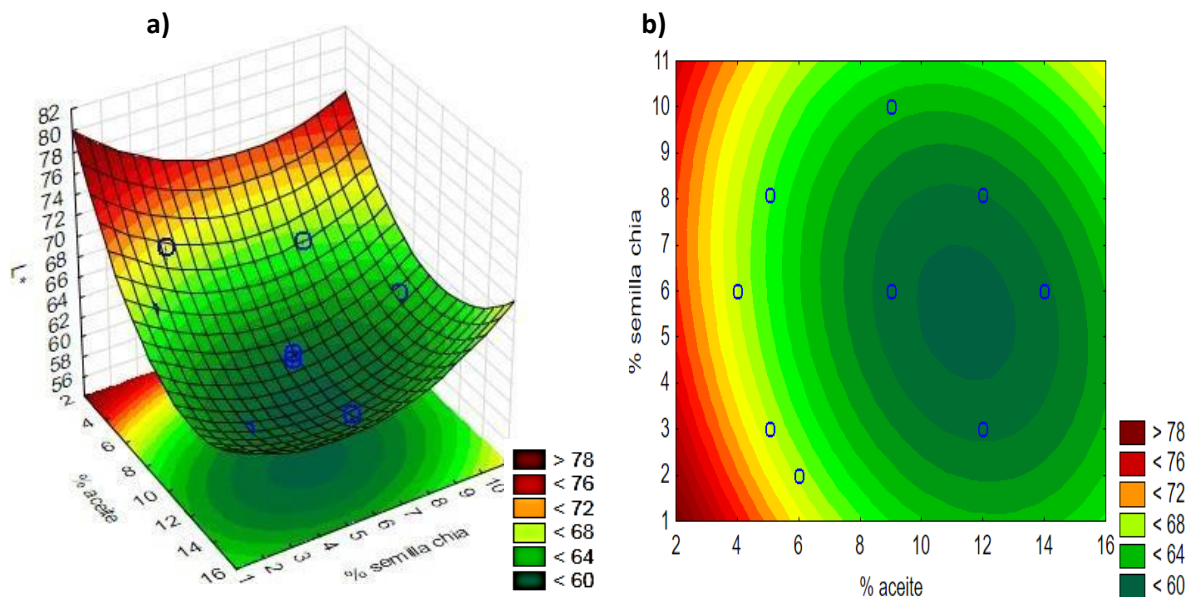


Figura 32: superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el parámetro luminosidad (L^*) del análisis colorimétrico de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones

En la figura 33, se observó que los ensayos sometidos a menor X1 y cualquier concentración de X2 se da una respuesta en L^* mayor y por tanto presentaron un color más claro en comparación con las de mayor concentración de X1 volviéndose la coloración más oscura dorada, Esto se debe a los carotenos naturales del aceite y también a la Reacción de Maillard (Cauvain y Young, 2010), la cual se produce por el contacto en calor entre los azúcares y los aminoácidos (proteínas) presentes en la formulación, en

el amasado se distingue la diferencia, comparado con el producto ya horneado la coloración se intensifica de manera notoria, se llega a la conclusión que el valor de L^* disminuye a medida que aumenta el X1, Realizando una comparación con la muestra control los valores de L^* para F0 (tabla 31) fue de 50.457 se puede ver que la galleta control presenta el valor menos elevado de luminosidad, dando lugar a las galletas más oscuras doradas.

El buen ajuste de los datos experimentales, se puede corroborar en el gráfico 06, comparando con el análisis de varianza que se realizó en la tabla 33, se obtuvo que el efecto principal (X1) fue significativo ($p < 0.05$), esto se puede corroborar con el diagrama de Pareto.

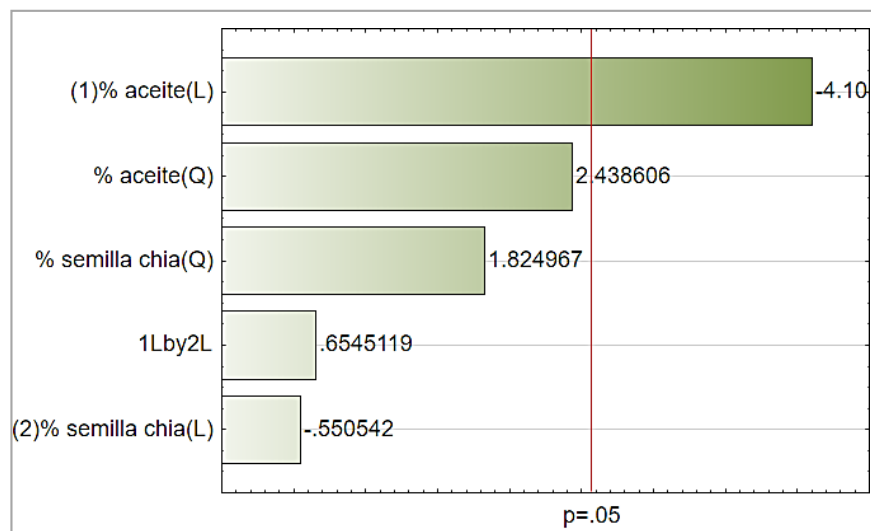


Figura 33: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para el parámetro luminosidad (L^*)

Observamos en el diagrama de Pareto que X1 es la única variable significativa. Según las gráficas de superficie de contorno, podemos observar que valores más bajos a 60 son aquellas muestras que se tornan más oscuras. Teniendo en consideración lo mencionado podemos llegar a establecer el punto óptimo, siendo este con un 12% de X1 y 5-6% de X2, teniendo así la F3 como la más cercana a esos valores.

c.2. Ángulo de tono

Indica en grados la tonalidad o color de la muestra, enfocándonos en este estudio en particular, valores cercanos a 90° ($+b^*$) indican una tonalidad amarilla, mientras valores cercanos a 180° ($-a^*$) una tendencia a tonalidades verdes; un valor intermedio de 135° se puede considerar un verde-amarillo o verde limón. (Westland, 2001). h^* se expresó en grados, donde 0° corresponde a $-a^*$ (rojo), 90° corresponde a $+b^*$ (amarillo), 180° corresponde a $-a^*$ (verde) y 270° corresponde a $-b^*$ (azul).

Con los datos de h^* obtenidos el Día 0 de la tabla 31, se intentó determinar un modelo predictivo de respuesta de esta variable en función a las concentraciones en X1 y X2, sin embargo, el bajo coeficiente de determinación ($R^2=0.611$), indica que no hay significancia en los efectos.

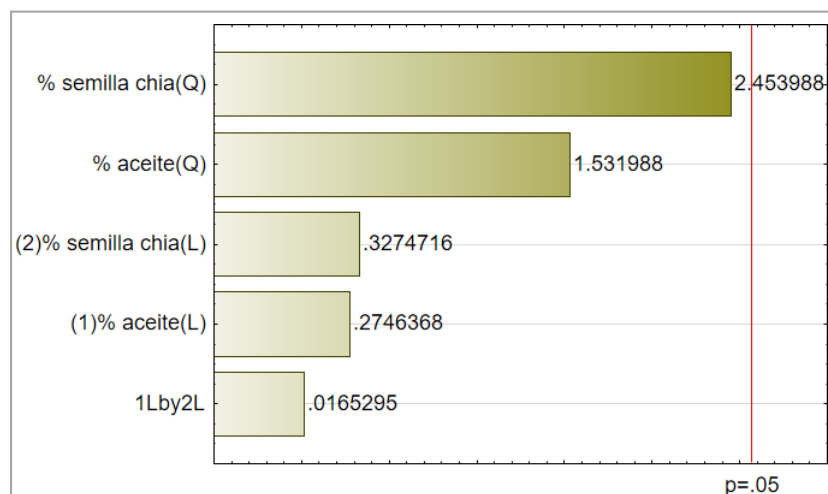


Figura 34: Diagrama de Pareto para el parámetro ángulo de tono (h^*)

Observamos en el diagrama de Pareto que % aceite de tarwi y % semilla de chía, no presenta efecto significativo en la respuesta ángulo de tono (h), No hay significancia.

Al realizar el análisis de varianza (tabla 34), se encontró que el modelo obtenido no es estadísticamente significativo dado que $F_{\text{calc}} (1.5751) < F_{\text{tab}} (5.050)$; además de tener un coeficiente de determinación de 0.6118.

Se demostró que ninguna de las variables del diseño va a influenciar en el color de tono de las formulaciones de diseño.

Tabla 34: ANOVA para croma (h) en el análisis de colorimetría de las galletas

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F _{cal}
Regresión	37.493	5	7.498	1.575
Residuos	23.802	5	4.760	
Total	61.296	10		

Con respecto al ángulo de tono, se presentaron valores que no son significativos respecto a X1 y X2 teniendo un valor máximo de 91.463 de ángulo de tono para F6, cercanos a 100 por lo tanto de coloración más cercana al amarillo dorado a comparación del obtenido en F0 (85.39), si bien ambos pertenecen al segundo cuadrante entre las tonalidades amarillo, teniendo así que la muestra control y las formulaciones presenta una tonalidad amarillenta.

Las formulaciones presentaron una mayor intensidad del color amarillo en la superficie de las galletas F4, F10, F8 y control, comparado con las formulaciones F6, F5, F1 que tuvieron la coloración superficial amarillento pero claros. Esto se debe a la Reacción de Maillard (Cauvain y Young, 1998), la cual se produce por el contacto en calor entre los azúcares. Según Silva (1982), las formulaciones con mezclas de harina de trigo y azúcar rubia presentaron una coloración más intensa amarillo, sin embargo, según Días (2010) el % aceite crudo también difiere mucho en la coloración de las galletas, según nuestros resultados obtenidos la intensidad del color amarillo se aprecia a mayores X1, en galletas horneadas.

c.3. Cromaticidad

La pureza o croma se relación con la intensidad de colorido que tiene un producto, es considerado un parámetro muy importante dado que influye en la decisión de compra del cliente (Restrepo, 2012). Colores vivos e intensos son preferibles, a los opacos y sin vida; pues muchas personas relacionan un color intenso con la frescura y calidad del producto (Westland, 2001). Las coordenadas de cromaticidad (C^*) son ($-a$ = verde y a = rojo; $-b$ = azul y b = amarillo). El valor de C^* es 0 en el centro y aumenta de acuerdo con la distancia del centro. Respecto a los parámetros cromáticos (a^* y b^*) se observa que ambos aumentan a medida que lo hace el contenido de X1, dando galletas con tonos más rojos (a^*) y amarillos (b^*), como se evidencia también en el estudio de Sarabhai et al. (2015).

Se intentó determinar un modelo de respuesta de C^* en el color de la superficie de las galletas, los resultados del análisis, se presentan en la Tabla 31 para cromaticidad (C^*).

Tabla 35: Coeficientes de regresión para la respuesta C^ (Croma) en el análisis de colorimetría de las galletas (día 0)*

	Coeficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	Valor-p
Media	36.474	1.562	23.339	0.000
X1	10.728	2.755	3.893	0.011
X1²	2.336	4.750	0.491	0.643
X2	-2.873	2.039	-1.408	0.217
X2²	-5.401	1.916	-2.818	0.037
X1 . X2	2.130	3.683	0.578	0.587

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

Los coeficientes de regresión obtenidos revelaron que (tabla 35), dentro de los parámetros estudiados, X1 en termino lineal y X2 termino cuadrático tuvieron efectos significativos ($p < 0.05$) respecto al parámetro

de CROMA (C*) de los tratamientos. Cabe resaltar que los valores mayores a 0.05 indican que no es estadísticamente significativo. Asimismo, el coeficiente de determinación fue ($R^2 = 0.864$). Respecto a los parámetros cromáticos (a* y b*) se observa que ambos aumentan a medida que lo hace el contenido en aceite de tarwi, dando galletas con tonos más rojos (a*) y amarillos (b*), como se evidencia también en el estudio de Sarabhai et al. (2015).

Al realizar el análisis de varianza (tabla 36), se encontró que el modelo obtenido es estadísticamente significativo dado que $F_{calc} (10.719) > F_{tab} (5.050)$; además de tener un coeficiente de determinación de 0.8648.

Tabla 36: ANOVA para croma (C*) en el análisis de colorimetría de las galletas

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F _{cal}
Regresión	237.996	5	47.599	10.719
Residuos	37.202	5	7.440	
Total	275.198	10		

Luego de haber comprobado la significancia, se obtuvo un modelo matemático de variables codificadas representadas en la **ecuación 06**, que muestra la posibilidad de la CROMA (C*) de ser estimado en función de X1, que se ajusta bien a los datos experimentales.

La ecuación obtenida fue:

$$\text{Cromaticidad (C*)}_{Dia 0} = 36.47408 + 10.72849 * X_1 + 2.3364 * X_1^2 - 2.87345 * X_2 - 5.4015 * X_2^2 + 2.1309 * X_1X_2 \quad (\text{ECU. 06})$$

Dónde:

X1 = % aceite de tarwi

X2 = % semillas de chía

X1*X2 = interacción de % de aceite de tarwi y % de chía

Así mismo, el elevado coeficiente de determinación (R^2) del modelo seleccionado para predecir la cromaticidad (C^*) en las galletas enriquecidas ($R^2= 0.8646$) permite interpretar los resultados mediante las gráficas de superficie de respuesta y la de contorno (figura 36), donde la región de color rojo representa la combinación de X_1 y X_2 con el mayor valor de Cromaticidad (C^*).

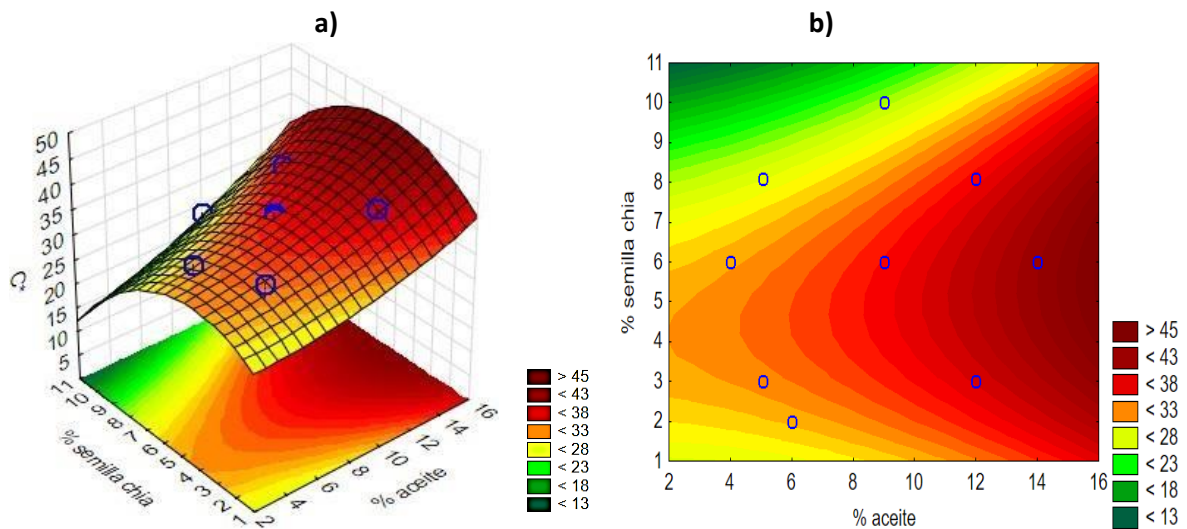


Figura 35: superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el atributo color de superficie de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones (Día 0)

En la figura 36, se observó que los ensayos sometidos a menor X_1 y mayor X_2 se da una respuesta en C^* del color menor y por tanto presentaron una menor intensidad del color amarillo; por lo contrario, a mayor X_1 la intensidad del color amarillo es mayor, teniendo en cuenta que para obtener el punto óptimo se encuentra en un X_2 de 2-6% aproximadamente. Esto se debe a los carotenos naturales del aceite y también a la Reacción de Maillard (Cauvain y Young, 2010), También se observó un aumento de estos parámetros al sustituir galletas con aceite de soya (Yamsaengsung et al, 2012), Teniendo en consideración lo mencionado podemos llegar a establecer el punto óptimo, siendo este con un 12% de X_1 y 5-6% de X_2 , teniendo así la F3 como la más cercana a esos valores.

El buen ajuste de los datos experimentales, se puede corroborar en el gráfico 13, comparando con el análisis de varianza que se realizó en la tabla 36, se obtuvo que el efecto principal (X1-termino lineal y X2-termino cuadrático) fue significativo ($p < 0.05$), esto se puede corroborar con el diagrama de Pareto.

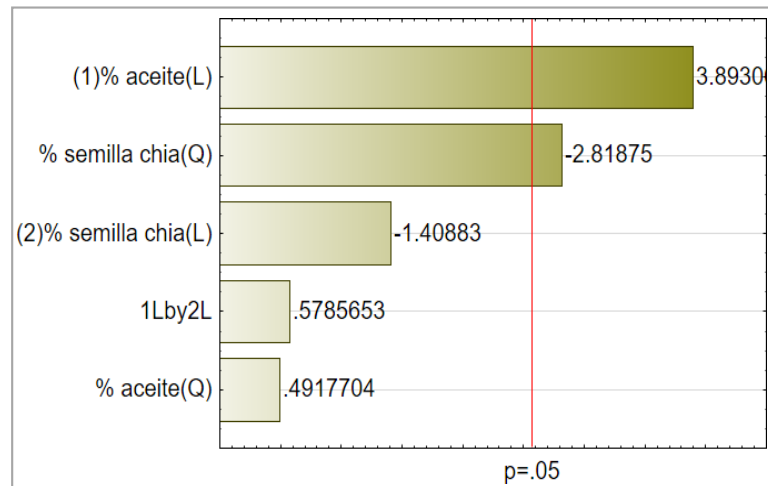


Figura 36: Gráfico de Pareto para el parámetro Cromaticidad (C^*)

Observamos en el diagrama de Pareto que X1 es la variable más significativa comparado a X2

4.2.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DE ATRIBUTOS: TEST DESCRIPTIVO Y PRUEBAS AFECTIVAS:

En la tabla N° 37 se observan los valores promedios de puntaje de las formulaciones del diseño experimental del perfil sensorial. Para cumplir con los requisitos se trabajó con panel formado por 20 jueces, las muestras fueron codificadas de manera aleatoria en 2 sesiones se evaluaron 6 muestras, a una temperatura ambiente óptima para la evaluación.

Tabla 37: Respuestas del análisis de evaluación sensorial test descriptivo y de calidad de galletas enriquecidas con semillas de chía y aceite de Tarwi

Experimento	Aceite de tarwi en la formulación (%)	Semillas de chía en la formulación (%)	*Test descriptivo				**Test de calidad		
			Color superficie	Intensidad olor	dureza dedo	aceitocidad	Dureza incisivos	Sabor	Aceptabilidad general
E1	5.05	3.02	3.440	4.595	6.945	2.935	7.785	2.350	2.800
E2	5.05	8.08	3.330	4.450	6.665	2.915	7.705	2.421	2.900
E3	12.00	3.02	6.840	4.830	5.480	4.170	5.220	5.850	5.550
E4	12.00	8.08	6.575	5.390	5.720	4.835	4.525	5.650	5.900
E5	6.00	2.00	3.620	4.875	5.830	3.465	6.660	3.600	3.550
E6	9.00	10.00	3.042	4.690	5.580	3.645	5.610	4.150	4.000
E7	4.00	6.00	3.255	5.000	5.705	3.565	6.300	4.450	4.150
E8	14.00	6.00	6.567	5.120	6.075	4.710	3.855	5.750	5.450
E9	9.00	6.00	6.897	5.568	6.045	4.337	5.079	3.050	5.350
E10	9.00	6.00	5.905	5.800	6.075	4.474	5.574	5.800	5.350
E11	9.00	6.00	6.098	5.600	6.200	4.400	5.600	4.987	5.345
CONTROL	-	-	7.000	5.260	5.450	4.645	4.350	5.980	5.450

*puntajes de evaluación sensorial descriptivo, escala de 1-10cm, descriptor de intensidad de acuerdo a cada atributo.

** puntaje de evaluación sensorial de calidad, escala hedónica verbal donde 1=muy malo y 7= muy bueno

a. Color de Superficie

Este parámetro corresponde al tostado del producto, en la tabla 37 se muestra el promedio de las evaluaciones por el panel semientrenado para las formulaciones del diseño experimental fluctuaron entre 3.620 a 6.305, lo que se traduce en un color horneado (anexo 01). Este descriptor está en directa relación con la cantidad de materia grasa presente por formulación, ya que al tener una mayor proporción de materia grasa las galletas presentan un mayor tostado en la superficie (pigmento natural de aceite y reacción de mallard). El descriptor va desde claro a oscuro (1-10cm). Los puntajes más altos fueron de 6.897 para la F9, seguido de 6.840 para F4 comparados comparado con un F0 de 7, se observa la aceptación de los tratamientos con puntajes similares de aceptación. De los resultados de la evaluación sensorial, analizamos la diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) de las muestras evaluadas del parámetro color superficie.

Tabla 38: Coeficientes de regresión para la respuesta color superficie de la evaluación sensorial descriptiva (día 0)

FACTOR	Coeficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	Valor-p
Media	6.470	0.295	21.873	0.000
X1	3.748	0.521	7.186	0.000
X1²	-2.591	0.899	-2.881	0.034
X2	-0.591	0.386	-1.530	0.186
X2²	-1.670	0.362	-4.605	0.005
X1 . X2	-0.209	0.697	-0.300	0.776

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

De acuerdo al análisis del diseño experimental las variables de concentración de X1 en termino lineal (L) y cuadrático (Q) presentan efectos significativos para el atributo color de superficie ($p \leq 0,05$), del mismo modo la concentración porcentual de chía en termino cuadrático (Q).

Al realizar el análisis de varianza (tabla 39), se encontró que el modelo obtenido es estadísticamente significativo dado que $F_{\text{calc}} (19.94852) > F_{\text{tab}} (5.050)$; además de tener un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.952$

Tabla 39: ANOVA para croma (C) en el análisis de colorimetría de las galletas*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F_{cal}
Regresión	26.588	5	5.317	19.948
Residuos	1.332	5	0.266	
Total	27.921	10		

Luego de haber comprobado la influencia significancia de las variables de diseño respecto a la variable respuesta: color de superficie, se obtuvo un modelo matemático de variables codificadas representadas en la **ecuación 07**,

La ecuación obtenida fue:

$$\text{color superficie}_{\text{Dia 0}} = 6.47024 + 3.74876 * X_1 - 2.59161 * X_1^2 - 0.59103 * X_2 - 1.67056 * X_2^2 - 0.20924 * X_1X_2 \quad (\text{ECU. 07})$$

Dónde:

X_1 = % aceite de tarwi

X_2 = % semillas de chía

$X_1 * X_2$ = interacción de % de aceite de tarwi y % de chía

Los resultados fueron evaluados en gráficas de superficie de respuesta y contorno (figura 38), teniendo en cuenta que el modelo matemático es adecuado y se ajusta a los datos, al mismo tiempo presento un coeficiente de determinación alto ($R^2 = 0.95226$).

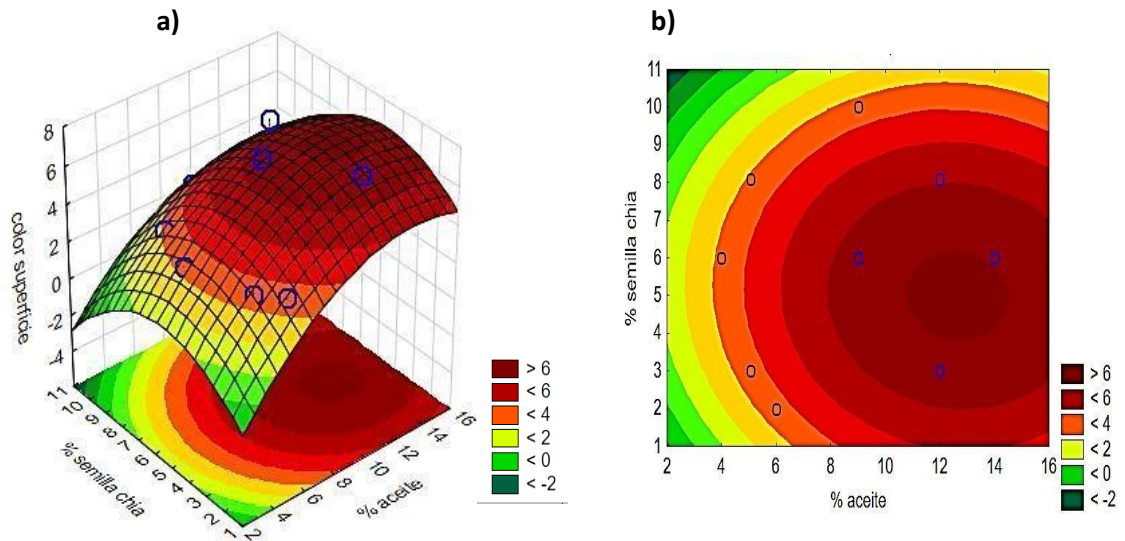


Figura 37: superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el atributo color superficie de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones (Día 0)

En la figura 38, se observó que los ensayos sometidos a mayor X1 presentan los puntajes más altos en cuanto a color superficie, teniendo en cuenta las gráficas de superficie de contorno el punto óptimo se encuentra en un 5% de X2 y 12-14% de X1 aproximadamente. Teniendo así la F4 como la mejor.

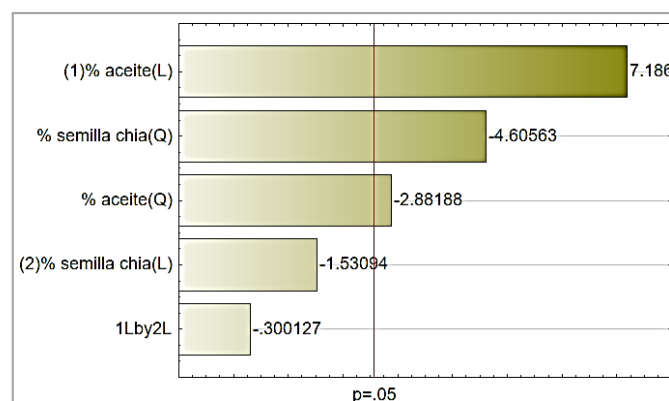


Figura 38: Diagrama de Pareto de efectos significativos % aceite de tarwi y % chía para la respuesta sensorial de Color Superficie de las galletas.

Donde los términos: lineal de X1 presenta mayor significancia y efecto positivo en el color superficie, mientras que X2 termino cuadrático, presenta efecto negativo.

b. Intensidad De Olor

Según (Ronquillo, 2012), la intensidad de olor es la fuerza con la que se percibe la sensación de olor, en la tabla 37 se muestra los resultados del olor sensorial para cada formulación del delineamiento experimental realizado por un panel semientrenado, los cuales oscilaban entre 4.450 a 5.800, lo que se traduce en un olor con gran intensidad. El descriptor va desde un puntaje bajo, que viene a ser un olor poco intenso, aun puntaje alto que sería el que tiene más intensidad de olor (1-10). Los puntajes más altos fueron de 5.800 para la F10, seguido de 5.568 para F9 comparados con una muestra control que fue de 5.260.

Tabla 40: Coeficientes de regresión para la respuesta olor superficie de la evaluación sensorial descriptiva (día 0)

FACTOR	Coeficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	Valor-p
Media	5.531	0.147	37.385	0.000
X1	0.285	0.260	1.095	0.323
X1²	-1.141	0.449	-2.537	0.0520
X2	0.179	0.193	0.931	0.394
X2²	-0.656	0.181	-3.616	0.015
X1 . X2	0.582	0.348	1.669	0.155

* 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 40.

De acuerdo al análisis del diseño experimental las variables de concentración X2 (Q) presentan efectos significativos para el atributo olor de superficie ($p \leq 0,05$).

Al realizar el análisis de varianza (tabla 41), se encontró que el modelo obtenido no es estadísticamente significativo dado que $F_{\text{calc}} (4.30768) < F_{\text{tab}} (5.050)$.

En tanto el modelo matemático y la superficie de respuesta no fueron consideradas, pues al ignorar los efectos no significativos, el coeficiente de terminación $R^2= 0.511$

Tabla 41: ANOVA para intensidad de olor de las galletas (día 0)

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F _{cal}
Regresión	1.436423	5	0.287284	4.30768
Residuos	0.333457	5	0.066691	
Total	1.769880			

Luego de haber comprobado la influencia significancia de las variables de diseño respecto a la variable respuesta: intensidad de olor, se obtuvo un modelo matemático de variables codificadas representadas en la **ecuación 08**.

La ecuación obtenida fue:

$$\text{Intensidad de olor}_{\text{Día 0}} = 5.53149 + 0.28574 * X_1 - 1.14156 * X_1^2 * 0.17993 X_2 * -0.65605X_2^2 * 0.5822 X_1X_2$$

(ECU. 08)

Dónde:

X1 = % aceite de tarwi

X2 en una = % semillas de chía

X1*X2 = interacción de % de aceite de tarwi y % de chía

En tanto, el modelo completo de segundo orden para la aceptación del olor de las galletas fortificadas se encuentra en la ecuación 6. Este comportamiento se da por el promedio de las puntuaciones realizada por los 30 panelistas para cada formulación. Como no fue posible establecer un modelo matemático de tendencia para la intensidad de olor, en función de las variables en estudio, la selección de cualquier nivel de X1 y X2, dentro de los rangos estudiados, no condujo a una diferencia en el producto final. De lo mencionado anteriormente solo se pudo señalar la ecuación de modelo completo para el olor sensorial de las galletas.

c. Dureza Dedo (corte por comprensión)

En la tabla 37 se muestra los resultados de dureza dedo para cada formulación del delineamiento experimental realizado por un panel semientrenado. Los puntajes más altos fueron de 6.830 para la formulación 5, seguido de 6.705 para la F7 comparados con una muestra control que fue de 6.530.

Tabla 42: Coeficientes de regresión para la respuesta dureza dedo de la evaluación sensorial descriptiva (día 0)

FACTOR	Coeficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	Valor-p
Media	6.588	0.303	21.697	0.000
X1	-0.875	0.535	-1.634	0.163
X1²	-1.017	0.923	-1.102	0.320
X2	-0.213	0.396	-0.539	0.612
X2²	-0.433	0.372	-1.164	0.296
X1 . X2	0.668	0.715	0.933	0.393

* 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 dureza dedo, presentados en la tabla 42.

De acuerdo al análisis de diseño experimental, las variables X1, X2, y sus efectos cuadráticos no son significativas para el atributo dureza dedo ($p \geq 0,05$). Por lo tanto este descriptor no se puede utilizar en la optimización múltiple

Al realizar el análisis de varianza (tabla 43), se encontró que el modelo obtenido no es estadísticamente significativo dado que $F_{\text{calc}} (1.1759) < F_{\text{tab}} (5.050)$. En tanto el modelo matemático y la superficie de respuesta no fueron consideradas, pues al ignorar los efectos no significativos, el coeficiente de terminación $R^2 = 0.540$

Tabla 43: ANOVA para dureza dedo de las galletas (día 0)

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F _{cal}
Regresión	1.651	5	0.330	1.175
Residuos	1.404	5	0.280	
Total	3.056			

La ecuación obtenida fue:

$$\text{Dureza dedo}_{\text{Día 0}} = 6.58865 - 0.87501 * X_1 - 1.01782 * X_1^2 * \\ - 0.21371 X_2 * -0.43371 X_2^2 * 0.66832 X_1 X_2 \quad (\text{ECU. 09})$$

Dónde:

X1 = % aceite de tarwi

X2 en una = % semillas de chía

X1*X2 = interacción de % de aceite de tarwi y % de chía

Como no fue posible establecer un modelo matemático de tendencia para dureza dedo, en función de las variables en estudio, la selección de cualquier nivel de X1 y X2, dentro de los rangos estudiados, no condujo a una diferencia entre los tratamientos. De lo mencionado anteriormente solo se pudo señalar la ecuación de modelo completo para el olor sensorial de las galletas.

d. Aceitocidad (bucal)

Los productos ricos en grasa presentan una mejor cantidad de agua en la masa, por lo tanto la proteína esta imperfectamente hidratada para formar más gluten, entonces la estructura de la masa se rodea de una matriz azucarada que no coagula completamente al incrementar la temperatura, es así que durante la cocción las migas se calientan, la masa se ablanda y luego se produce la expansión dándose un aumento de longitud y el espesor de la galleta. Según Duncan y Gonzales (1989). Las grasas desempeñan una misión antiglutinante en las masas, contribuyen a su plasticidad y su adición suaviza la masa y actúa como lubricante. Además, las grasas juegan un papel importante en la textura de las galletas, ya que las galletas

resultan menos duras de lo que serían sin ellas. La grasa contribuye, igualmente, a un aumento de la longitud y una reducción en grosor y peso de las galletas, que se caracterizan por una estructura fragmentable, fácil de romper. De los resultados de la evaluación sensorial, analizamos la diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) de las muestras evaluadas del parámetro color superficie.

Tabla 44: Coeficientes de regresión para la respuesta aceitosidad de la evaluación sensorial descriptiva (día 0)

FACTOR	Coeficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	Valor-p
Media	4.443	0.170	26.014	0.000
X1	1.518	0.301	5.043	0.003
X1²	-0.881	0.519	-1.698	0.150
X2	0.246	0.222	1.106	0.318
X2²	-0.658	0.209	-3.142	0.025
X1 . X2	0.569	0.402	1.414	0.216

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

De acuerdo al análisis del diseño experimental las variables de concentración X1 en termino lineal (L) y X2 (Q) presentan efectos significativos para el atributo aceitosidad ($p \leq 0,05$), del mismo modo la concentración X2 en término cuadrático (Q). Al realizar el análisis de varianza (tabla 45), se encontró que el modelo obtenido es estadísticamente significativo dado que $F_{\text{calc}} (9.68108173) > F_{\text{tab}} (5.050)$; además de tener un coeficiente de determinación de **$R^2=0.906$**

Tabla 45: ANOVA para el análisis aceitosidad de las galletas (día 0)

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F _{cal}
Regresión	4.301	5	0.860	9.681
Residuos	0.444	5	0.088	
Total	4.745	10		

Luego de haber comprobado la influencia significancia de las variables de diseño respecto a la variable respuesta: aceitosidad, se obtuvo un modelo matemático de variables codificadas representadas en la **ecuación 10**.

La ecuación obtenida fue:

$$\text{Aceitosidad}_{\text{Día 0}} = 4.443120 + 1.518950 * X_1 - 0.881882 * X_1^2 + 0.246585 * X_2 - 0.658122 * X_1X_2 \quad (\text{ECU. 10})$$

Dónde:

X_1 = % aceite de tarwi

X_2 en una = % semillas de chía

$X_1 * X_2$ = interacción de % de aceite de tarwi y % de chía

Los resultados fueron evaluados en gráficas de superficie de respuesta y contorno (figura 40), teniendo en cuenta que el modelo matemático es adecuado y se ajusta a los datos, al mismo tiempo presento un coeficiente de determinación alto ($R^2 = 0.90638$).

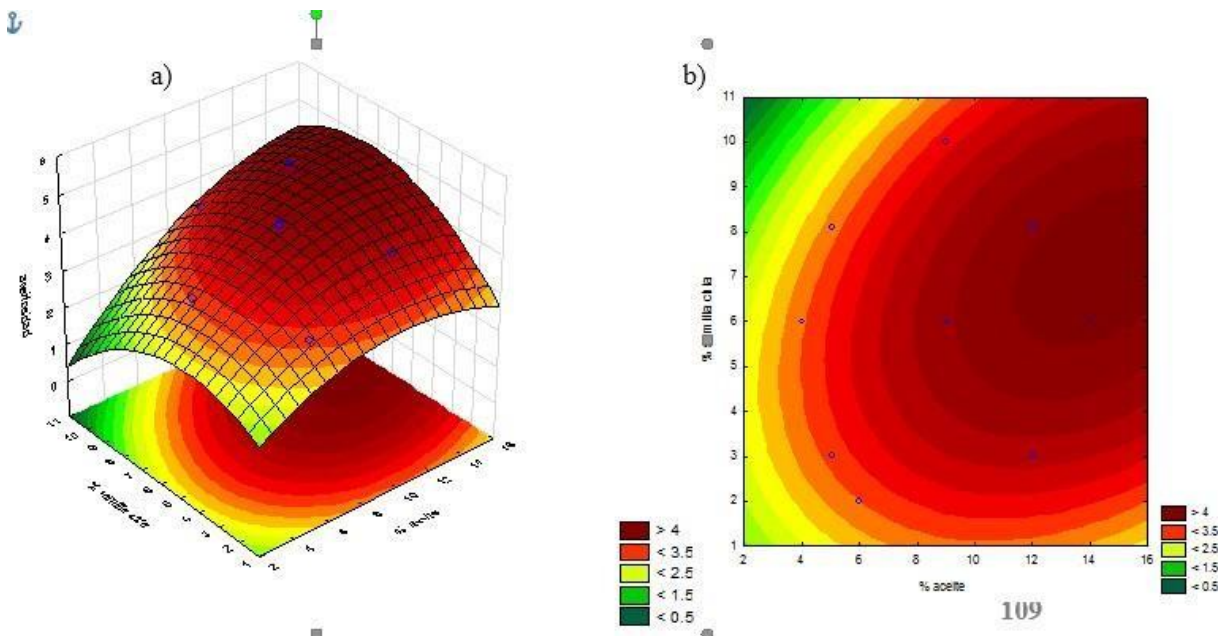


Figura 39: superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el atributo aceitosidad de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones (Día 0)

En la figura 41, se observó que los ensayos sometidos a mayor X1 y X2 presentaron los puntajes más altos en cuanto a aceitosidad, teniendo en cuenta las gráficas de superficie de contorno el punto óptimo se encuentra en un 8% de X2 y 10-14% de X1 aproximadamente. Teniendo así la F3 como la mejor.

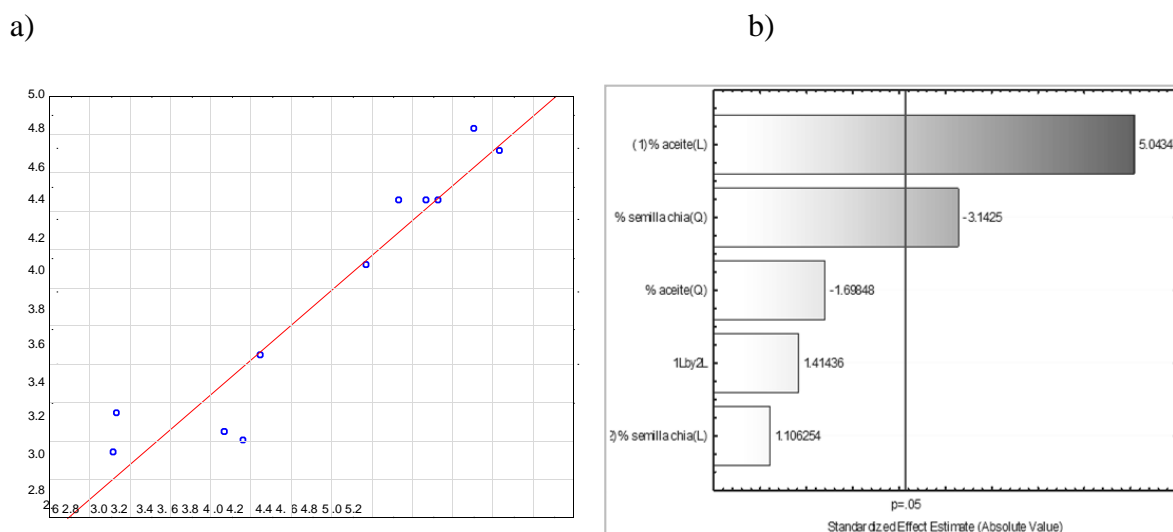


Figura 40: a) Diagrama de Linealidad, b) Diagrama de Pareto de efectos significativos % aceite de tarwi y % chía para la respuesta aceitosidad de las galletas.

Puedo corroborar que mi modelo predice bien y es apropiado, observando mi diagrama de linealidad (figura 41-a), ya que los puntos azules (experimentales) está cerca de la línea (predicho).

Según el diagrama de Pareto (figura 41-b), X1 (termino lineal) y X2 (término cuadrático) tienen efectos significativos, sin embargo, X1 en termino lineal es más significativo que X2 (cuadrático).

e. Dureza Incisivos (esfuerzo de corte)

Atributo que responde a la fuerza inicial requerida para cortar el producto con los dientes incisivos, los resultados en la evaluación promedio por el panel entrenado para las formulaciones del diseño experimental fluctuaciones, entre 3.855 a 7,785 (tabla 37), respectivamente. Este descriptor está en directa relación con la cantidad de materia grasa presente por formulación, siendo uno de los ingredientes más importantes en la industria galletera según Smith (1972), ya que al tener menos materia grasa el producto presenta una mayor dureza. Para (Manley, 1989), la grasa es uno

de los ingredientes que actúa sobre la masa para ablandarla, tiene la función aglutinante y de textura por ello las galletas resultan menos dura de las que serían.

Tabla 46: Coeficientes de regresión para la respuesta color superficie de la evaluación sensorial descriptiva (día 0)

FACTOR	Coefficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	Valor-p
Media	5.427	0.504	10.760	0.000
X1	-3.158	0.736	-4.285	0.012
X1 ²	0.191	1.405	0.136	0.898
X2	-0.492	0.544	-0.905	0.416
X2 ²	0.567	0.553	1.025	0.362
X1 . X2	-0.635	0.982	-0.647	0.552

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

Al analizar la diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) de las muestras evaluadas del parámetro dureza incisivos, las variables X1 en termino lineal (L) fue el único que presento influencia significativa respecto a la variable respuesta. Al realizar el análisis de varianza (tabla 47), se encontró que el modelo obtenido es estadísticamente significativo dado que $F_{\text{calc}} (5.837289) > F_{\text{tab}} (5.50)$; además de tener un coeficiente de determinación de $r^2 = 0.85809$

Tabla 47: ANOVA para croma (C*) en el análisis de colorimetría de las galletas

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F _{cal}
Regresión	12.786	5	2.557	5.837
Residuos	2.114	5	0.528	
Total	14.901	10		

Luego de haber comprobado la influencia significancia de las variables de diseño respecto a la variable respuesta: dureza incisivos, se obtuvo un modelo matemático de variables codificadas representadas en la **ecuación 11**.

$$\text{color superficie}_{\text{Día 0}} = 5.42718 - 3.15864 * X_1 + 0.19169 * X_1^2 - 0.49245 * X_2 + 0.56775 * X_2^2 - 0.63554 * X_1X_2 \quad (\text{ECU. 11})$$

Dónde:

X1 = % aceite de tarwi

X2 en una = % semillas de chía

X1*X2 = interacción de % de aceite de tarwi y % de chía

Los resultados fueron evaluados en gráficas de superficie de respuesta y contorno (figura 42), teniendo en cuenta que el modelo matemático es adecuado y se ajusta a los datos, al mismo tiempo presento un coeficiente de determinación alto ($R^2= 0.858$).

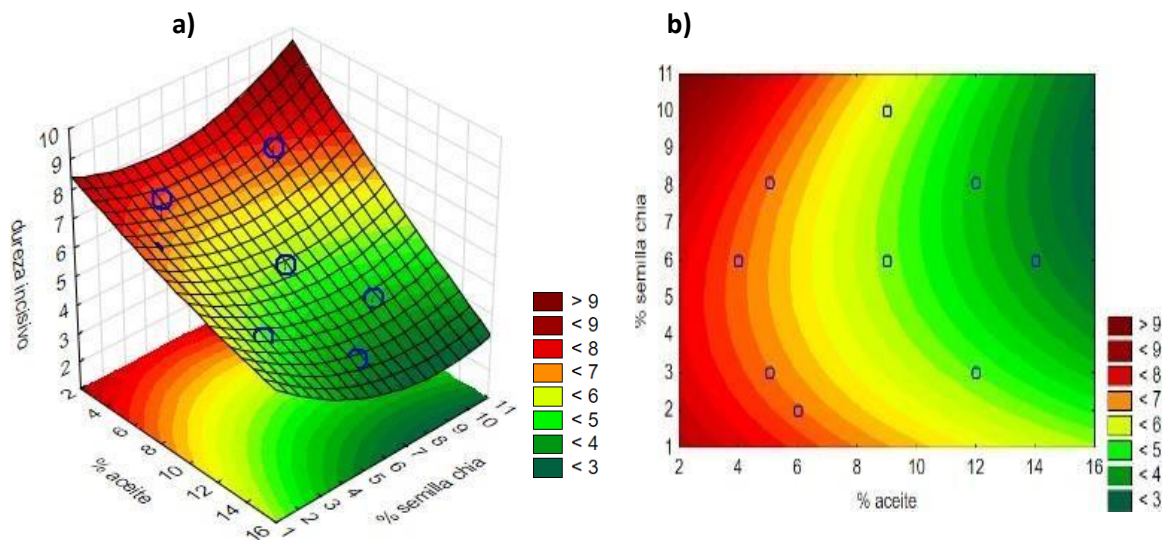


Figura 41: superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el atributo dureza incisivos de las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones (Día 0)

En la figura 42, se observó que los ensayos sometidos a mayor X1 presentan los puntajes más bajos en cuanto a dureza incisivos, por otro lado, al disminuir la cantidad de X1 (materia grasa) aumenta la calificación del atributo. teniendo en cuenta las gráficas de superficie de contorno el punto óptimo se encuentra en un 12-14 de aceite de tarwi expresado en porcentaje, y tenemos un óptimo en 5-6% de X2, el efecto de esta variable no es relevante ni significativo para la dureza insicivo. Tenemos así la F3 o F4 como las mejores formulaciones.

f. Sabor

La tabla 37 muestra los resultados de sabor para cada formulación del delineamiento experimental. La tabla 37 muestra a los ensayos 3 (12% de X1 y 3.02% de X2), 4 (12% de X1 y 8.08 de X2) y 9, 10 y 11 (9% de X1 y 6% de X2) como los que gozan de la mayor aceptación por parte de los panelistas. Cabe mencionar que la galleta patrón producida, que no contiene ninguna de las variables en su formulación presentó un valor de 5.980 en la evaluación sabor. Además, hay una aproximación de los ensayos obtenidos para las formulaciones con condición de punto central lo que indica una buena repetibilidad del proceso. Cabe mencionar que las respuestas se obtuvieron del promedio de las 20 apreciaciones de los panelistas en el análisis sensorial realizado. A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta sabor, presentados en la tabla 46. Analizando estos efectos se observó que el término lineal de X1 en concentración porcentual fue el único que tuvo efecto significativo ($p < 0.05$). El valor de coeficiente de determinación (R^2); para el delineamiento experimental completo de la variable en estudio fue de **78.82%**. Este valor indica un ajuste del modelo.

Tabla 48: Coeficientes de regresión para la respuesta color superficie de la evaluación sensorial descriptiva (día 0)

FACTOR	Coeficientes de regresión	Error Estándar	t(5)	Valor-p*
Media	5.629	0.529	0.626	0.000
X1	3.201	0.934	3.426	0.018
X1²	-1.797	1.610	1.115	0.315
X2	-0.234	0.691	0.339	0.747
X2²	-0.948	0.649	1.459	0.204
X1 . X2	-0.544	1.248	0.436	0.680

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

Al realizar el análisis de varianza (tabla 49), se encontró que el modelo obtenido es estadísticamente significativo dado que $F_{\text{calc}} (8.72201) > F_{\text{tab}} (5.50)$; además de tener un coeficiente de determinación de **$R^2 = 0.788$**

Tabla 49: ANOVA para croma (C*) en el análisis de colorimetría de las galletas

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F _{cal}
Regresión	15.909	5	3.181	8.722
Residuos	4.274	5	0.854	
Total	20.183	10		

Luego de haber comprobado la influencia significancia de las variables de diseño respecto a la variable respuesta: sabor, se obtuvo un modelo matemático de variables codificadas representadas en la **ecuación 12**,

$$\text{sabor} = 5.6292 + 3.20103 * X_1 - 1.79704 * X_1^2 - 0.23495 * X_2 - 0.94800 * X_2^2 - 0.5444 * X_1X_2 \quad (\text{ECU. 12})$$

Dónde:

X1 = % aceite de tarwi

X2 en una = % semillas de chía

X1*X2 = interacción de % de aceite de tarwi y % de chía

Los resultados fueron evaluados en gráficas de superficie de respuesta y contorno (figura 43), teniendo en cuenta que el modelo matemático es adecuado y se ajusta a los datos, al mismo tiempo presento un coeficiente de determinación alto (R²= 0.7882).

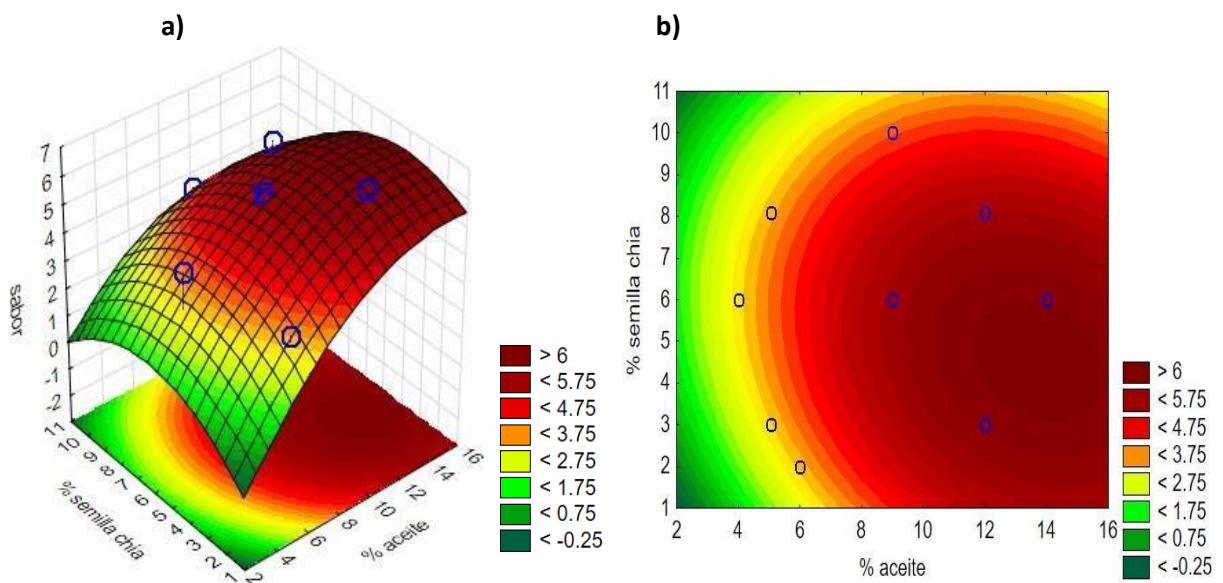


Figura 42: superficie de respuesta (a) y curvas de contorno (b) para el SABOR en las galletas en función a la concentración porcentual de aceite de tarwi y semillas de chía en las formulaciones (Día 0)

En la figura 43, se observó que los ensayos sometidos a mayor X1 presentan los puntajes más altos en cuanto a sabor, por otro lado, al disminuir la cantidad de X1 (materia grasa) también disminuye la calificación del atributo. teniendo en cuenta las gráficas de superficie de contorno el punto óptimo se encuentra en un 12-14 de X1 expresado en porcentaje, y tenemos un óptimo en 5-6% de X2, el efecto de esta variable no es relevante ni significativo para la dureza incisivo. Tenemos así la F3 como las mejores formulaciones.

4.2.3. EVALUACIÓN DE LA FORMULACIÓN OPTIMA:

De acuerdo al análisis estadístico realizado para cada atributo y los análisis fisicoquímicos, se realizó la optimización múltiple teniendo a las mejores formulaciones a la F3 y los tres puntos centrales F9, F10 y F11. Para determinación de la mejor formulación se realizó mediante el método de ponderación de factores ver (**Anexo 08**), donde asignamos un peso a cada atributo y análisis fisicoquímicos que refleje su importancia relativa, llegando a la conclusión que la F3 es la mejor.

4.2.4. CARACTERIZACIÓN QUÍMICO PROXIMAL AL OPTIMO

En la tabla 50 se observa la caracterización proximal de la galleta control como el de la galleta óptima.

Tabla 50: Composición porcentual (%) de las galletas Control con mejor formulación (Optima).

Análisis químico % p/p	CONTROL	FORMULACIÓN OPTIMA
Humedad	3.500 ± 0.072	2.150 ± 0.523
Cenizas	0.922 ± 0.450	0.994 ± 0.290
extracto etéreo	15.145 ± 0.504	12.279 ± 0.192
proteína	1.550 ± 0.000	7.800 ± 0.000
Fibra	1.345 ± 0.000	5.076 ± 0.245
carbohidratos Totales	77.467 ± 0.234	71.710 ± 0.342

En el Tabla 50, se presentan los resultados de la composición química proximal de la galleta seleccionada de mayor preferencia (Elaborada con X1 (*Lupinus Mutabilis*) y semillas de chía), la cual se compara con la galleta preparada a base de aceite vegetal comercial y chispas de chocolate, utilizada como patrón.

Los análisis indicaron que en las galletas en estudio existen diferencias significativas entre los contenidos de proteína (5.076%) con relación a la muestra patrón (1.345%), estos datos están establecidos dentro de la NTE-2085.2005, donde establece que el % de proteínas para galletas debe ser como mínimo 3% y no establece un máximo. existen diferencias significativas de igual forma en el contenido de grasa (15.145 – 12.279%). En relación al contenido de cenizas en las galletas con X1 y X2 fue 0.9941% comparado con las galletas 0.9225%, podemos evidenciar que no hay diferencia significativa. La fibra dietaría en las galletas en estudio (5.076%), presentaron diferencias significativas al compararlo con las galletas Patrón con 1.345%.

Del análisis del perfil de ácidos grasos, realizado a la fórmula óptima por el Laboratorio de nutrición del IITA (**figura 44**), se desprende que la cantidad aproximada de omega tres por porción (5 galletas de 8 g) es de 296.216 mg. Considerando que el Reglamento Sanitario de los Alimentos de los EE.UU-CANIM (2002), establece que la forma de consumo recomendado de omega tres debe ser como mínimo 700 mg por día, el producto obtenido aporta una buena cantidad requerida por el consumidor, ya que el resto puede ser suplementado con alimentación variada durante el resto del día. Además, el producto obtenido tiene una relación omega tres, omega seis de 5:1.

Tabla 51: composición de ácidos grasos (%) de las galletas control con la mejor formulación (optima)

Tipo De Ácido Graso	Ácido Graso	Abreviatura	CONTROL	OPTIMO
Saturados	Ácido Palmítico	C16:0	39.250 ± 0.243	13.253 ± 0.003
	Ácido esteárico	C18:0	4.262 ± 0.244	4.450 ± 0.005
Monoinsaturado	Ácido Oleico	C18:1	35.254 ± 2.110	37.046 ± 0.020
Poliinsaturado	Ácido linoleico	C18:2	19.253 ± 6.220	37.539 ± 0.007
	Ácido linolénico	C18:3	0.535 ± 0.006	7.721 ± 0.028

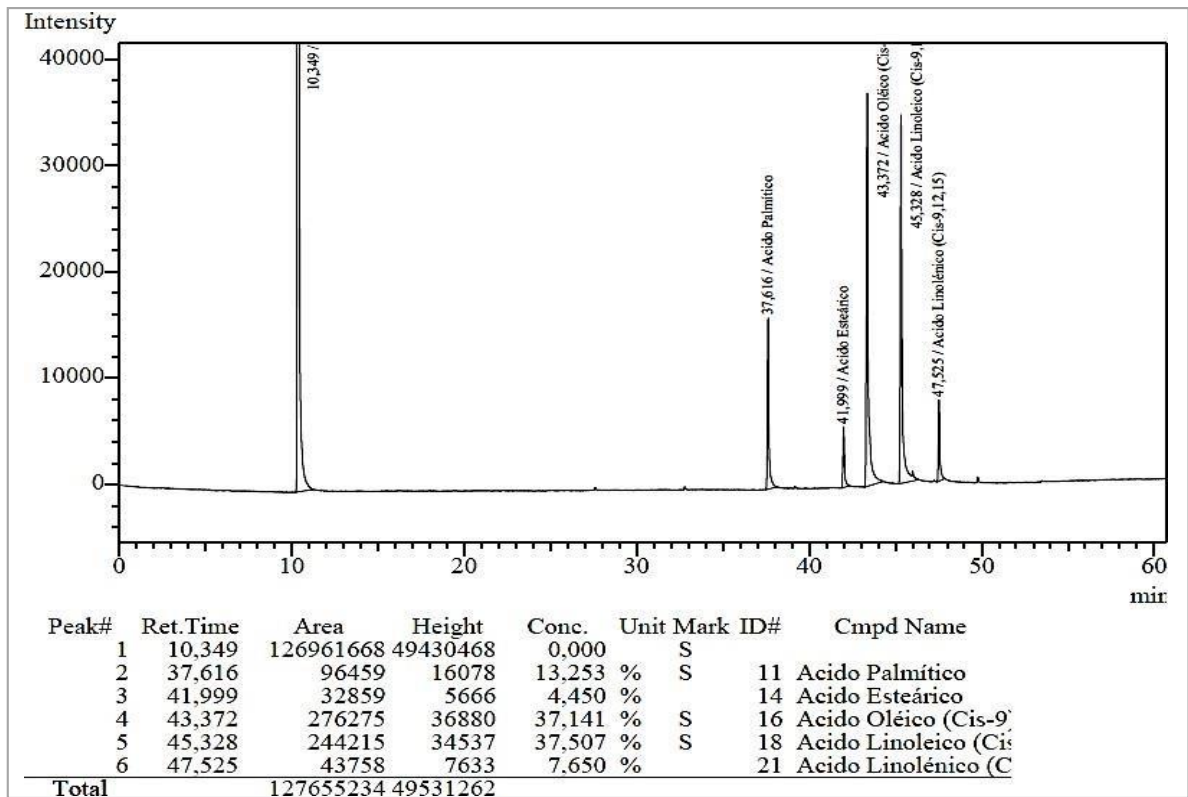


Figura 43: Cromatograma de ácidos grasos para la cookie enriquecida con semillas de chía y aceite de tarwi seleccionada como OPTIMO (F3).

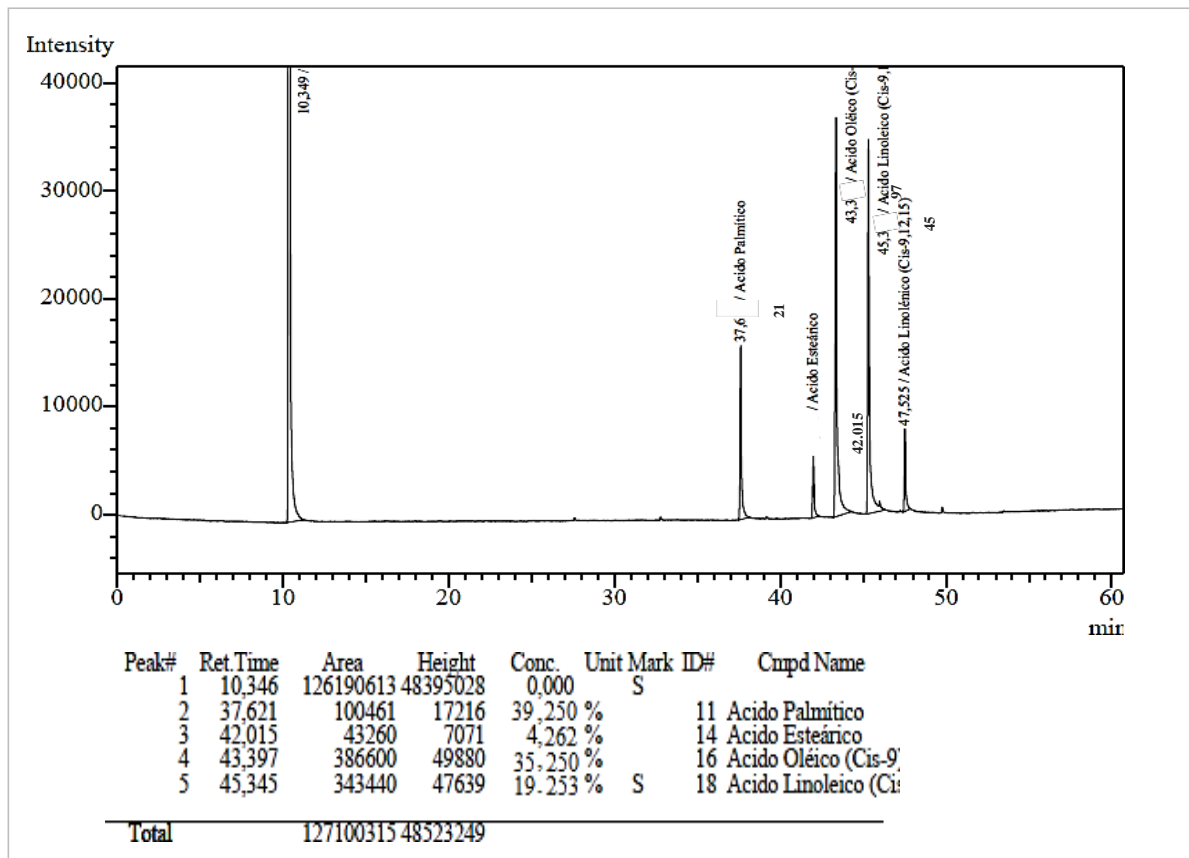


Figura 44: Cromatograma de ácidos grasos para la cookie CONTROL, sin ningún ingrediente del diseño.

Según Salinas y Romero (2011), Los principales AG presentes en las galletas comerciales son: mirítico, palmítico, esteárico, oleico, linoleico, linolénico y araquídica y la presencia de ácidos grasos trans como: elaidico (C18: 1 Δ 9t), ácido graso linolelaidico (C18: 2 Δ 9t, 12c), comparado con nuestro análisis cromatográfico se puede evidenciar que los ácidos grasos presentes en nuestras galletas concuerdan con los mencionados por el autor, excepto la presencia de ácidos grasos trans(AGT).

Nuestra muestra control presento 43.512% de AG-saturados, mientras que nuestra formulación optima 17.703% AGS, presentando considerable diferencia significativa. Las galletas optimas presentaron 45.260% de AG-poliinsaturados (AGP), comparado con las galletas control que solo presento 19.788% muy bajo en relación a la formulación optima, evidenciando el enriquecimiento en gran proporción. Para Salinas y Romero (2011), las muestras de galletas en varias presentaciones presentaron 6-17% de AGP, considerando un nivel bajo comparado con nuestra muestra optima de galletas con aceite de tarwi y semillas de chía de 45.260% de AGP

4.2.5. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA EN DÍAS DE ALMACENAMIENTO

a. Índice de peróxido

En la tabla 52 y la figura 46, se muestran los resultados del análisis de índice de peróxido de las galletas, control y óptimo.

Tabla 52: Variación de índice de peróxido de las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°)

TIEMPO (días)	INDICE DE PEROXIDO (meq O ₂ /kg de grasa)	
	CONTROL	OPTIMO
0	4.566	2.750
10	5.024	2.678
20	5.961	2.875
30	6.715	3.568

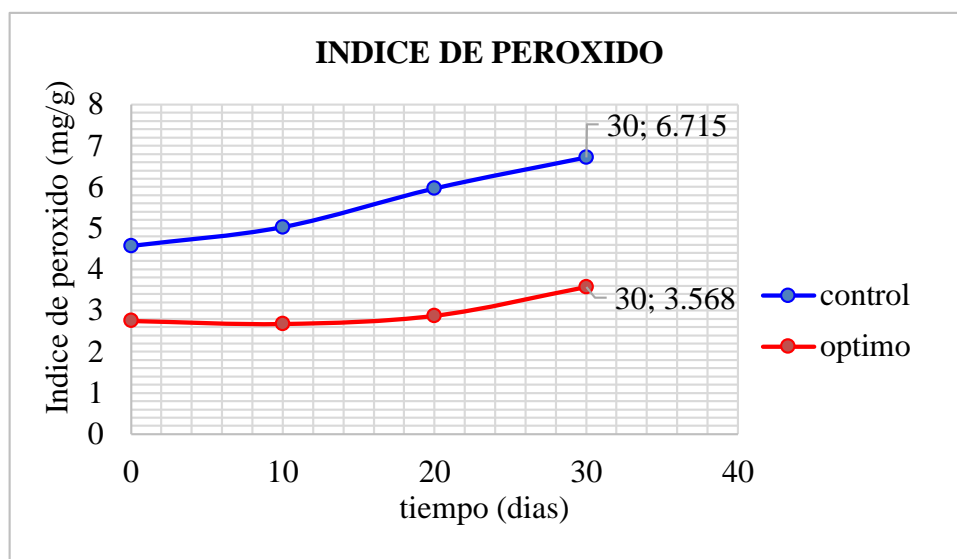


Figura 45: Variación de índice de peróxido de las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C)

La cinética de oxidación se realizó mediante el análisis de peróxidos, se cuantificó el grado de oxidación de los lípidos contenidos en las galletas, a través de la concentración de hidroperóxidos formados durante el almacenamiento a temperatura ambiente. La tabla 35 muestran los resultados de la oxidación en las galletas

En la figura 46 observamos. que, al transcurrir los 30 días de almacenamiento, el índice de peróxido se va incrementando, hasta valores de 6.715 y 3.568 en las galletas control y optimo respectivamente. En los resultados obtenidos, la mayor capacidad de oxidación es reportada en la galleta control, comparado con la muestra optima que contiene X1 y X2. Según Gonzales (2012), las condiciones de procesamiento y las condiciones de almacenamiento son los factores que influyen para que el oxígeno y la temperatura aceleren la oxidación de los lípidos. Según las normas para galletas del INDECOPI (1992), el índice de peroxido debe estar en 5mg/kg, considerados valores maximos permisibles. Los datos de la rancidez lipídica para la galleta control, rebela que a los 30 días se excede a lo establecido por indecopi. de acuerdo a los resultados se puede observar que la oxidación de la galleta control y optimo son lentos, motivo que fundamenta la calidad de materia grasa presente en las muestras.

b. % acidez (ácidos grasos libres)

En la tabla 53 y la figura 47, se muestran los resultados del análisis de % acidez de las galletas, control y óptimo.

Tabla 53: Variación de % acidez de las galletas control y formulación (Óptima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°C)

tiempo (días)	% acidez (ácidos grasos libres)	
	CONTROL	OPTIMO
0	0.030	0.065
10	0.057	0.064
20	0.083	0.079
30	0.197	0.113

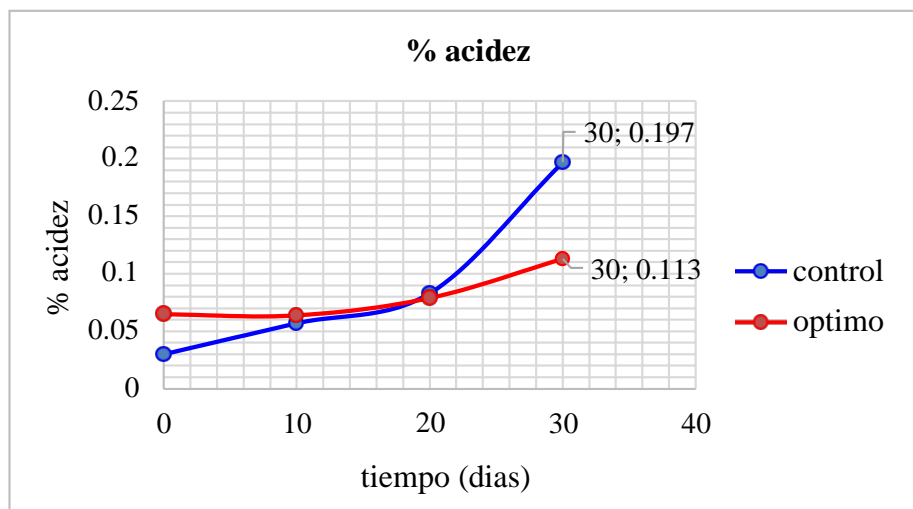


Figura 46: Variación de ACIDEZ de las galletas control y formulación (Óptima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C)

Según Montalvo (2010) el grado de acidez indica el contenido de ácidos grasos libres. Como se observa en la tabla 53, al comparar los valores de % acidez obtenidos durante un tiempo de 30 días en las galletas fue en un inicio de 0.03 en galletas F0 y 0.065 en galletas óptima.

Durante el almacenamiento de productos surgen una serie de cambios químicos, el más importante es el aumento del índice de: acidez: a consecuencia de la actividad lipásica sobre los triglicéridos del aceite y/ grasas, el aumento del índice de acidez durante el almacenamiento es

proporcional al incremento en el contenido en humedad, aumento de la temperatura y contaminación fúngica (Loeb y Mayne, 1952).

En la figura 47 observamos. que, al transcurrir los 30 días de almacenamiento a 25°C el % de acidez se va incrementando, hasta valores de 0.197 y 0.113 en las galletas control y oprimo respectivamente. Se observa un comportamiento ascendente. En los resultados obtenidos, la mayor capacidad de oxidación lipídica es para la muestra control, comparado con la muestra optima que tiene aceite de tarwi y semillas de chía.

c. Sabor

En la tabla 54 y la figura 48, se muestran los resultados del análisis de la evaluación sensorial en los 30 días de almacenamiento para las galletas F0 y óptimo. Siendo uno de los parámetros más importantes ya que las personas ponen como preferencia sabor por sobre beneficios nutricionales. (Rodríguez, 2014).

Tabla 54: Variación de la aceptación de SABOR para las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C)

tiempo (días)	SABOR	
	CONTROL	OPTIMO
0	6.956	6.589
5	5.333	6.444
10	5.375	5.625
15	4.833	5.333
20	4.889	5.111
25	4.444	4.556
30	4.000	4.111

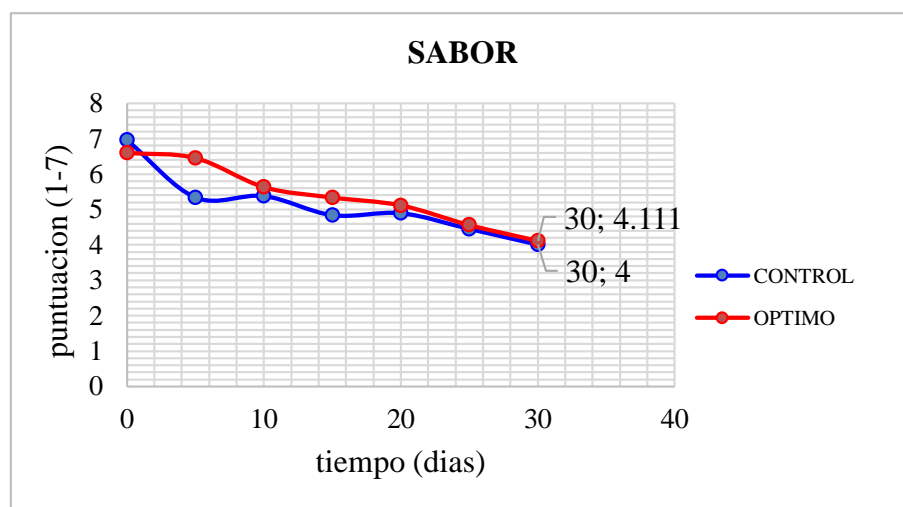


Figura 47: Variación de índice de peróxido de las galletas control y formulación (Óptima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C)

La tabla 54 muestra los resultados de sabor a los 30 días de almacenamiento para la muestra F0 y formulación óptima, podemos observar que la mayor aceptación por parte de los panelistas es para la mejor formulación.

Se observa que la galleta patrón producida, que no contiene ninguna de las variables en su formulación presento un valor de 5.456 en la evaluación sabor Y 6.589. Los estudios revelan que la formulación óptima a pesar de no tener saborizantes y chocolate, tiene una especial aceptación comparado con la muestra control, sin afectar la aceptación por los panelistas.

Según Maldonado et al (2000), El sabor, la textura y la apariencia de productos horneados están afectadas por el tipo de sustitución, más aún cuando la humedad y la rancidez del producto final al pasar los días van en aumento, comparando con nuestras muestras control y óptimo, evidentemente a los 30 días la aceptación es de 4.000 Control y 4.111 para el Óptimo. notándose hasta la fecha un sabor medianamente rancio. Tenemos en cuenta que la materia grasa presente en la formulación óptima ayuda a contribuir con el sabor y evitar el endurecimiento del producto al lubricar la masa durante la mezcla (Matz y Matz, 1980).

d. Intensión de compra

la intención se define como aquel indicador que mide la disponibilidad, o el esfuerzo que una persona está dispuesta a ejercer, para realizar un cierto comportamiento (ajzen, 1991), en este caso el consumo de las galletas tanto para control y óptimo. Vamos a evaluar la intención de compra en el futuro, y la conveniencia sobre la intención de consumo una vez probado o consumido el producto. En la tabla 55 y figura 49, se muestran los resultados de la evaluación de intención de compra en los 30 días de almacenamiento para las galletas control y óptimo. Siendo una evaluación importante para descartar la no aceptación del producto en días.

Tabla 55: Variación de INTENSIDAD DE COMPRA para las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C)

tiempo (días)	INTENCION DE COMPRA			
	OPTIMO		CONTROL	
	SI (*)	NO (*)	SI (*)	NO (*)
0	1	0	1	0
5	1	0	0.8	0.2
10	0.8	0.2	0.8	0.2
15	0.8	0.2	0.5	0.2
20	0.6	0.4	0.7	0.3
25	0.6	0.4	0.6	0.4
30	0.4	0.6	0.5	0.5

*unidades en decimales, 10 panelistas entrenados

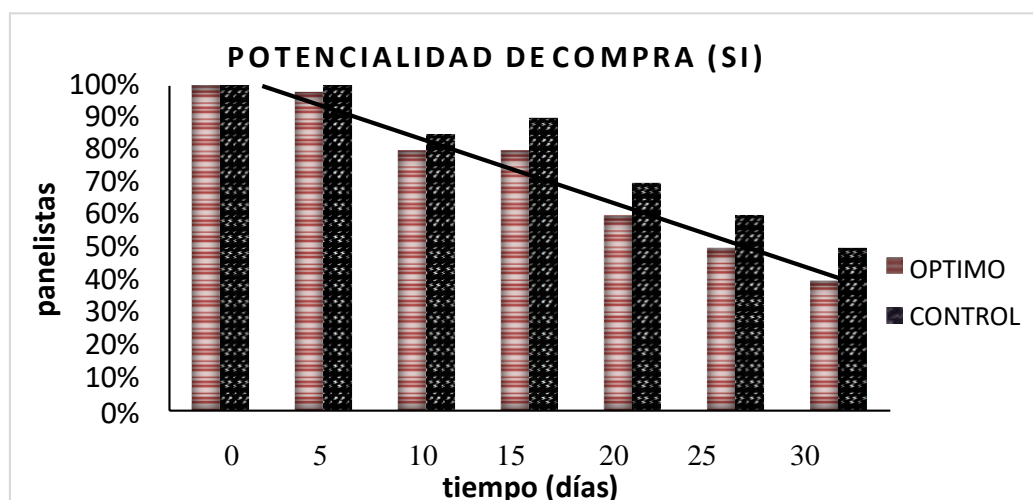


Figura 48: Variación de índice de peróxido de las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C)

En la figura 49, se muestra el análisis realizado a los panelistas sobre la potencialidad de comprar las galletas en un periodo de 30 días. En términos generales podemos observar que en las primeras semanas hay una fuerte tendencia por comprar el producto hasta el día 15, sin embargo no es muy significativo la tendencia a disminuir la aceptación, en el día 0 aceptan comprar el 100% de los panelistas evaluadores tanto para muestra control y galletas óptimas. El día 15 solo 80% para la muestra óptima y 50% para la muestra control. A cabo de 30 días la tendencia a comprar el producto es de 40% para la formulación óptima, mientras que el 50% es para la muestra control. Podemos mencionar que al transcurso de los días la intención a comprar va disminuyendo, pero de forma lenta. Se aprecia que las preferencias de los consumidores difieren por el sabor y la textura de las presentaciones, siendo la causa principal para su intención a comprar. En definitiva, podemos concluir que actualmente existe una tendencia natural entre la población joven a no considerar un alimento no sano como un factor de riesgo (MAPA, 2006) sin embargo la modificación de sus hábitos hacia productos saludables como la chía y el aceite de tarwi fue aceptado de forma positiva, su intención de compra es similar a la muestra control que tiene chispas de chocolate, cabe destacar que ambos productos a cabo de 30 días van disminuyendo la intención a comprar.

4.2.6. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

La N.T.P. 206.002:1981 (revisada el 2011); establece que las galletas deben estar exentas de microorganismos patógenos y la norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expedido de productos de panificación, galletería y pastelería insta con respecto a mohos, lo detallado en la tabla 56.

Tabla 56 : requisitos microbiológicos para los productos de panificación, galletería y pastelería

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

En la tabla 57 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos realizados a la galleta optima durante los días 0, 10, 20, 30 de almacenamiento a temperatura de ambiente (23°C).

Tabla 57. Análisis microbiológico de la galleta con mejor formulación (Optima), durante los días 0, 10, 20 y 30 de almacenamiento a temperatura ambiente (23 °C)

ANÁLISIS	ALMACENAMIENTO			
	Día 0	Día 10	Día 16	Día 30
Recuento de mohos (UFC/g)				
CONTROL	0	60	100	120
F. OPTIMA	0	50	85	100

En la tabla 57 se observa que no se encontraron unidades formadoras de colonia para recuento de mohos para el día 0.

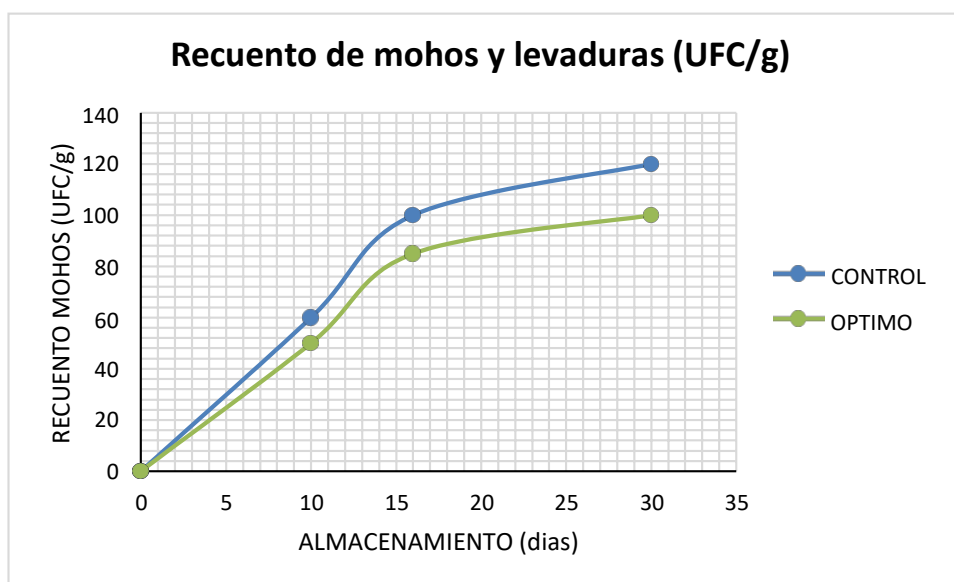


Figura 49: Variación de recuento de mohos y levaduras (UFC/g) para las galletas control y formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a 25°C.

En la tabla 57 se observa que el día cero no se encontraron unidades formadoras de colonia para recuento de mohos, sin embargo, al día 10 ya habían 60 UFC/g para la galleta control y 50 UFC/g para la mejor formulación, para ambos casos se encuentran dentro del rango aceptable (m). El tiempo de incubación en el que se realizó la cuantificación fue a los 5 días. A los 30 días de almacenamiento se evidencio que aún se encuentra dentro del rango aceptable, sin exceder el límite máximo (M).

En la figura 50, se puede observar que al pasar los días el recuento de mohos y levaduras van aumentando, sin embargo, están dentro del límite permitido (m) sin exceder los valores (M)

4.2.7. VIDA ÚTIL DE LA FORMULACIÓN OPTIMA

Para la determinación de vida útil se utilizó modelos matemáticos para predecir la pérdida de calidad, que puede representarse por una ecuación matemática, la pendiente de la recta, el intercepto y los valores X y Y. Para este caso se evaluó índice de peróxido y % acidez durante 30 días. (Anexo 11), arrojando un valor de 39 días de vida útil.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En la composición químico proximal de las semillas de chía y tarwi, se pudo observar, que la mayor cantidad de proteína lo obtuvo la semilla de tarwi con 51g/100g, y aquel que obtuvo mayor composición de materia grasa y carbohidratos fue la semilla de chía con 28,860g/100g y 27.7g/100g respectivamente.
- Las características fisicoquímicas como índice de peróxido, acidez e índice de yodo, para las muestras de aceite de granos de tarwi (*Lupinus Mutabilis*) y aceite de chía (*salvia Hispania*) están dentro de los rangos aceptables según el Codex Alimentarius y la FAO, podemos decir que son aceites que tienen un bajo grado de descomposición lipolítica, al presentar valores muy bajos del imite establecido. El aceite de tarwi

presento mejor estabilidad oxidativa (expresados en tiempo de inducción) 9.97h para una misma temperatura 120°C y flujo de aire 20L/h comparado con el aceite de chía 0.40h.

- Desde el punto de vista nutricional nuestras galletas representando 296.216 mg de omega-3 en 5 galletas (35gr. Aprox.), 1440.184mg de omega-6 en 5 galletas (35gr. Aprox.), cumpliendo con la relación de 1/5 comparado con un F0 que no presento AG-linolénico (omega-3) y un 16.6% de omega-6. Así mismo se encuentran bajo el límite de dosis recomendadas por las organizaciones CANIM (2012) y EFSA (2009) para adultos y niños
- De las características tecnológicas, en cuanto a color instrumental, el uso de alto % de aceite de tarwi aumentan la luminosidad en las galletas (L^*), al igual que su intensidad de color (C^*), haciendo que ésta se torne de un amarillo intenso brillante; este comportamiento puede ser descrito por un modelo de superficie de respuesta, teniendo en cuenta que la reacción de maillard influye en la coloración después del horneado.
- El análisis sensorial mostró que el uso de altos % de aceite, produce una galleta de mejores características en cuanto a dureza dedo, dureza incisivos, sabor, color de superficie, acidez; no obstante, las semillas de chía tienen poca influencia significativa en el color de superficie de las galletas e intensidad de olor.
- La composición química proximal de la galleta con mejor formulación (Optima), de aceite de tarwi y semillas de chía: Proteínas (7.80 %), Humedad (2.150 ± 0.523 %), Cenizas (0.994 ± 0.290 %), Grasa (12,279 %), Fibra (5,076%) y Carbohidratos (71,710%); y de la galleta control fue de: Proteínas (1.55%), Humedad (3.55 ± 0.072 %), Cenizas (0.9225 ± 0.45 %), Grasa (15,145%), Fibra (1,345%) y Carbohidratos (77,4675%), pudiendo comprobar que nuestra galleta tiene un alto valor nutricional comparada con la óptima y va dirigido a niños y adultos sanos.

- el tiempo de vida anaquel de las galletas cookie con adición de aceite de tarwi y semillas de chía fue de 40 días.
- Se recomienda investigar el uso del aceite de tarwi en otros tipos de productos alimenticios, por su aporte en ácidos grasos omegas 3, 6 y 9. Así mismo se recomienda fomentar estudios que enfoquen la sustitución de otros productos andinos, y que posibiliten el incremento del valor nutricional. También se recomienda realizar pruebas de valor energético de la galleta con mejor formulación, estabilidad oxidativa a condiciones aceleradas, antioxidantes presentes.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

E. Villacrés, M. Navarrete , Lucero , S. Espín , E. Peralta, (2010). “Evaluación del Rendimiento: Características Físico-Químicas y Nutraceuticas del Aceite de Chocho (*Lupinus mutabilis sweet*)”. Revista Tecnológica ESPOL – RTE, Vol. 23, N.º2, 57-62

Jessica Alva, Alfonso Rodrigo, Mercedes Delfín, Nathalie Gatti, Guadalupe Rojas (2013). Planeamiento Estratégico del Tarwi. (tesis de Pontificia Universidad Católica del Perú.

Nancy Salinas, Leonor Romero (2011). Perfil de los ácidos grasos presentes en galletas y mezclas para tortas en Venezuela. Anales Venezolanos de Nutrición, Vol. 1, Nº2

Gil (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos. Revista chilena de nutrición, Vol.40, Nº.2

Luis Rodríguez, Arturo Escobar (2014). Contenido de ácidos grasos en semillas de chía (*Salvia hispanica L.*) cultivadas en cuatro estados de México. Revista Cubana de Plantaciones Medicinales, Vol.19, Nº.3

Jessica Natalia Castro, Alfonso Chicata, Yanina Delfín, Nathalie Gatti, Guadalupe Rojas, (2013). Planeamiento Estratégico del Tarwi. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Espinoza Montesinos, Edgar Amador (2007). Cultivo de Tarwi: Como Alternativa para la Crisis Alimentaria, frente al Cambio Climático. Revista Cultivos Andinos. pag. 250.

Mario Navarrete (2010). Extracción, refinación y caracterización físico-química y nutraceutica del aceite de chocho (*lupinus mutabilis sweet*). (tesis para título) Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador

Demar J., Ma K, Chang L, Bell JM (2005). El ácido alfa- linoléico no contribuye apreciablemente al ácido docosahexaenoico dentro de los fosfolípidos cerebrales de ratas adultas alimentadas con una dieta enriquecida con ácido docosahexaenoico, Rapoport SI, Vol. 94. pag. 1063 – 76.

Harper CR, Edwards MJ, DeFilippis AP, Jacobson TA (2006). El aceite de linaza aumenta las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos cardioprotectores (n-3) en humanos, pag. 136: 83.

Szyman'ska R, Kruk J.(2008). Contenido de tocoferol y composición de isómeros en especies vegetales seleccionadas. Planta Physiol Bioch.; pag. 29- 33.

Ixtaina V, Nolasco S, Tomás M. (2012). Estabilidad Oxidativa del Aceite de Semilla de Chia (*Salvia hispanica L.*): Efecto de Antioxidantes y Condiciones de Almacenamiento, pag.89: 1077 - 90.

Kriese U, Schumann E, Weber W, Beyer M, Brühl L, Matthaus B (2004). Contenido de aceite, composición de tocoferoles y patrones de ácidos grasos de las semillas de 51 genotipos de *Cannabis sativa L.* Euphytica; pag.339 - 51.

- Wagner KH, Tomasch R, Elmadfa I. (2001). Impacto de las dietas que contienen aceite de maíz o aceite de oliva y aceite de girasol en el plasma humano y el metabolismo lipídico de las lipoproteínas. *Eur J Nutr.* N°40: pag.161 - 7.
- Shahidi F, Zhong Y (2010). *Chem Soc Rev.*, N°39. Oxidación de lípidos y mejora de la estabilidad oxidativa, Pag.4067 - 79.
- W. Estoves y D. Barrera-Areílano (2015). Determinación del período de inducción de aceite de soja - Correlación entre el Rancimat y otros índices. Laboratorio de Aceites y Grasas. (tesis maestría). Facultad de Ingeniería de Alimentos. Instituto de Tecnología de Alimentos (ITAL). Universidad Estadual de Campinas-Brasil.
- Alejandra Zapata, Álvaro Cogollo, Benjamín Alberto (2013). Potencial nutracéutico del aceite de la almendra de choibá o almendro de montaña . *Revista Cubana de Plantas Medicinales.* Universidad Nacional de Colombia.
- Marcela R., Ernesto Guzmán, Jorge Ibáñez (2010). Estudio del consumo y aporte nutricional de bocadillos en escolares de la región metropolitana de Chile. *Revista chilena de nutrición*, Vol. 37, N°4, págs.: 439-445
- Julio Sanhueza, Susana Nieto, Alfonso Valenzuela (2002). ácido linoleico conjugado: un ácido graso con isomeria cis potencialmente beneficioso, *Revista chilena de nutrición*, Vol.29, N°2
- Patricia Ronayre (2000). Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados en la alimentación del lactante. Argentina. Pp. 250-256.
- Jessica Morales, Rodrigo Valenzuela, Daniel González, Marcela González, Gladys Tapia, Julio Sanhueza, Alfonso Valenzuela (2012). “Nuevas fuentes dietarias de ácido alfa-linolénico una visión crítica”. *Revista chilena de nutrición*, Vol. 39, N°3, págs.: 79-87

Fereidoon Shahidi ,Ying Zhong (2009).Lipid oxidation and improving the oxidative stability,Received 22nd, Chemical Society Reviews.

Sara Rodríguez (2009). Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas. (tesis para maestría). Departamento de Biotecnología y Ciencia de los alimentos. Facultad de Ciencias. Universidad de Burgos

Pamela Gutiérrez (2007). Estudio sobre la elaboración de galletas con semilla de chía (salvia hispánica) como alimento funcional con aporte de ácidos grasos omega-3. (tesis para título). Facultad de ciencias químicas y farmacéuticas, departamento de ciencia de los alimentos y tecnología química. Santiago-chile

Paredes Cali, Eduardo Luis, Rojas Solorzano, Laura Jazmin (2015). Estudio de un plan estratégico de exportación de galletas a base de chía hacia la unión europea, contribuyendo al desarrollo de la matriz productiva. Guayaquil.

Ronny Bazurto (2015). Evaluación de los efectos del aceite de sacha inchi (*plukenetia volubilis*), harina de haba (*vicia faba*) y proteína de soja (*glycine max*) en la obtención de galletas fortificadas, con fines alimentarios. (tesis para maestría). Universidad técnica estatal de Quevedo. Quevedo – ecuador.

Patricia María Morones Ramírez (2012). Estudio sobre el efecto de la fortificación de galletas de avena con harina de lenteja y aceite de linaza y su impacto en la vida de anaquel. (tesis doctoral). Facultad de ciencias biológicas. Universidad autónoma de nuevo león.

Duncan J. R. Manley, Mariano González Alons (1989), Tecnología de la industria galleteragalletas, crackers y otros horneados : un tratado extenso, orientado principalmente hacia las técnicas de control de procesos. Editorial Acribia, S.A.; Edición: 1. Pp. 250-260

Angel Gil (DRT) Hernandez (2010). Tratado de nutrición / Nutrition Treatise: Composición Y Calidad Nutritiva De Los Alimentos / Composition and Nutritional Quality of Foods. Ed. Médica Panamericana. pp. 532-560

Manley, D.J.R. (1983). Tecnología de la industria Galletera. Editorial Acribia. Zaragoza España. pp. 09

Mayela Bautista¹, Ernesto Camarena¹, M. Guadalupe Alanís, Liliana Álvarez, Zeferino Gamiño y Victor M. Da Mota¹ (2010). Desarrollo, valor nutricional y características funcionales de galletas elaboradas con chía y linaza. (Tesis para titulación). Universidad de Guanajuato, Instituto de Ciencias Agrícola, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

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.

Elizabeth Otero Rasgado (2008). “Elaboración de un relleno para galleta bajo en ácidos grasos trans y un estudio comparativo del rendimiento en aceites de tres productos de la empresa”. (informe técnico, estancia industrial). Instituto politécnico nacional Unidad profesional interdisciplinaria de biotecnología. México

Min Hu (DuPont Nutrition and Health, New Century, KS, USA), Charlotte Jacobsen (National Food Institute, Technical University of Denmark, Kongens Lyngby, Denmark (2016). Oxidative stability and shelf life of foods containing oils and fats Amer Oil Chemist Society. 2 edición. Pp. 250-260.

Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados (2005). Pautas Alimentarias para los estadounidenses. (documento informativo), Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Shuang Wu, Steven C. Ricke, Keith R. Schneider, Soohyoun Ahn. Wu S., Ricke S.C., Schneider K.R. & Ahn S (2012). "Food safety hazards associated with ready-to-bake cookie dough and its ingredients". To appear in: Food Control. Accepted Date: 2 October 32(2): 20-25.

Nancy Salinas¹, Leonor Romero (2016). Tecnología de alimentos, Perfil de los ácidos grasos presentes en galletas y mezclas para tortas en Venezuela. An Venez Nutr ; 24(2): 78-85.

Juan Araujo V. 1, Alberto Huamani H. 2 (2007). "Cinética de secado durante la fritura de chips de ñame (*Dioscorea* sp.) y estimación de vida útil por simulación". aceptado: noviembre. An cient. UNALM 68(3), ISSN 0255-040

FMC. 13(extraordin1) :2-8 (2006). Recomendaciones De Ingesta De Nutrientes Y Energía. Nutrición Equilibrada. Composición De Los Alimentos.

ISSN 1014-2916 - FAO ISBN 978-92-5-3067336 (2012). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Fundación Iberoamericana de Nutrición (FINUT). "Grasas y ácidos grasos en nutrición humana Consulta de expertos". (Estudio Fao alimentación y nutrición) Granada, España.

Gabriel Olveira A.C., Casilda Olveira B., Eva Acosta B., Francisco Espildora B., Lourdes Garrido Sánchez D., Eva García E., Gemma Rojo Martínez A., Montserrat Gonzalo A. y Federico Soriguer A.C. (2010). "La suplementación con ácidos grasos mejora parámetros respiratorios, inflamatorios y nutricionales en adultos con fibrosisquística". arch. Bronconeumol. Elsevier Doyma 46(2):70-77

- Puiggròs C, Chacón P, Armadans Li; Clapés J, Planas M (2012). “Efectos de las dietas enriquecidas con ácido oleico y omega-3 en el perfil y oxidación lipídicos de pacientes con hipercolesterolemia poligámica”. *Clínica Nutricional*; 21:79-87. *Clin Invest Arterioscl* 14(5):277-80
- Romina M. Bodoira A., María C. Penci B., Pablo D. Ribotta B., C., Marcela L. Martínez A. (2017). “Chía (*Salvia hispánica* L.) oil stability: Study of the effect of natural Antioxidants”. *LWT - Food Science and Technology*. Córdoba, Argentina 15 (1) 144-250
- F.E. Carvajal-Larenas a,b,c,1, M. Koziol a,1, A.R. Linnemann b,M.J.R. Nout c,2, M.A.J.S. van Boekel b,3 (2014). “Consumer liking, purchase intent, and willingness to pay for *Lupinus mutabilis* Sweet in relation to debittering treatments” *EL SEVIER - Food Quality and Preference* 22(1) 200-210
- B. Uzun a, C. Arslan a, M. Karhan b, C. Toker a,* /(2007). “Fat and fatty acids of white lupin (*Lupinus albus* L.) in comparison to sesame (*Sesamum indicum* L.)”. *Food Chemistry* 102 (2007) 45–49
- Norma técnica nacional ITINTEC 205.027. (1986). Harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial.
- Fichas técnicas de alimentos del servicio alimentario del programa nacional de alimentación escolar Qali warma (2014).
- FAO/OMS sobre normas alimentarias (2011). Ratificación de las disposiciones sobre métodos de análisis en las normas del Codex. Comité del códex sobre métodos de análisis y toma de muestras. Budapest, Hungría.
- NMX-F-006 (1983). Normas Mexicanas. Dirección General De Normas. Alimentos: Galletas, Food, Cookie.

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.

NTE INEN 2 085 (2005). Norma Técnica Ecuatoriana. Instituto Ecuatoriano De Normalización. galletas. Requisitos, cookies specification

ANEXOS

ANEXO 1

TABLA A. REQUISITOS DE INGESTA DIARIA RECOMENDADA POR LAS ORGANIZACIONES: CONSEJO DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DEL INSTITUTO DE MEDICINA DE EE. UU- CANIM (2012) Y LA AUTORIDAD EUROPEA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA - EFSA, European Food Safety Authority, (2009)

En 2012, el Consejo de Alimentación y Nutrición del Instituto de Medicina de EE. UU. estableció niveles de ingesta adecuada (AI por sus siglas en inglés) para los ácidos grasos omega-6 y omega-3 (1):

Ingesta adecuada (AI) para los ácidos grasos omega-6:

Etapa vital	Edad	Fuente	Hombres (g/día)	Mujeres (g/día)
Bebés	0-6 meses	PUFA omega -6 *	4,4	4,4
Bebés	7-12 meses	PUFA omega -6 *	4,6	4,6
Niños	1-3 años	LA	7	7
Niños	4-8 años	LA	10	10
Niños	9-13 años	LA	12	10
Adolescentes	14-18 años	LA	16	11
Adultos	19-50 años	LA	17	12
Adultos	≥ 51 años	LA	14	11
Embarazo	Todas las edades	LA	-	13
Lactancia	Todas las edades	LA	-	13

* Los diferentes ácidos grasos poliinsaturados omega-6 (PUFAs) presentes en la leche materna pueden aportar una AI a los bebés.

Clave: LA = ácido linoleico

Ingesta adecuada (AI) para los ácidos grasos omega-3:

Etapa vital	Edad	Fuente	Hombres (g/día)	Mujeres (g/día)
Bebés	0-6 meses	ALA, EPA, DHA*	0,5	0,5
Bebés	7-12 meses	ALA, EPA, DHA*	0,5	0,5
Niños	1-3 años	ALA	0,7	0,7
Niños	4-8 años	ALA	0,9	0,9
Niños	9-13 años	ALA	1,2	1,0
Adolescentes	14-18 años	ALA	1,6	1,1
Adultos	≥ 19 años	ALA	1,6	1,1
Embarazo	Todas las edades	ALA	-	1,4
Lactancia	Todas las edades	ALA	-	1,3

*All omega-3 polyunsaturated fatty acids present in human milk can contribute to the AI for infants.

Key: ALA = alpha-linolenic acid; EPA = eicosapentaenoic acid; DHA = docosahexaenoic acid.

En 2009, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, *European Food Safety Authority*) publicó sus recomendaciones relativas a los PUFAs (2003):

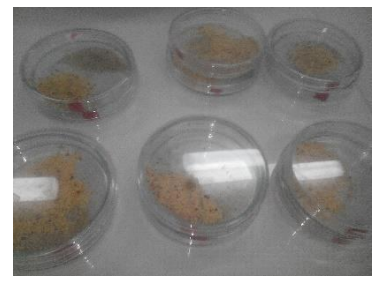
- una dosis de 2g/día de ácido graso omega-3 alfa-linolénico (ALA) y 250 mg/día de los ácidos grasos de cadena larga omega-3 eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA).
- una dosis de 10g/día del ácido graso omega-6 linoleico (LA).

ANEXO 02

1.1. CARACTERIZACION QUIMICO PROXIMAL DE LAS LEGUMINOSAS

• **Análisis de humedad**

Agregar aproximadamente 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.

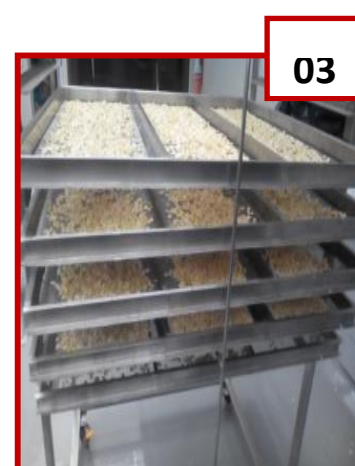


- Análisis de grasa (SOFLET)



ANEXO 03

2.1. EXTRACCIÓN POR Prensado EN FRÍO ACEITE DE TARWI (LUPINUS MUTABILIS)



Después de haber remojado por días el tarwi amargo los 15kg, tenemos 35kg de tarwi desamargado, luego se procedió a deshidratar en el secador de bandejas.



04

05



Finalizando la extracción se obtuvo 1.5L de aceite de tarwi.

ANEXO 04

3.1 CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS A LA ACEITE DE TARWI Y MATERIA GRASA DE CHIA EXTRAIDO POR PRENSA-SPELER

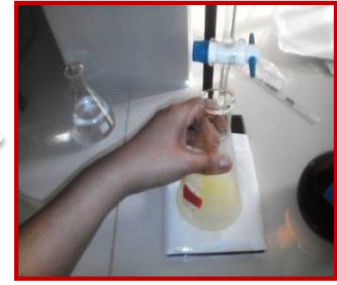
a. Análisis de acidez



Pesado muestra (aceite)



adición -OH e indicador



titulación

$$\% \text{ácidos grasos libres} = \frac{G \times N \times 28.2}{p}$$

Donde:

28.2 = es un valor constante cuando se calculan los ácidos grasos libres expresados como ácido oleico.

N= normalidad del NaOH al 0.1N

P= peso de la muestra (g)

$$\text{índice de acidez } \left(\frac{mg}{g} \right) = \frac{G \times N \times 56.1}{p}$$

Donde:

56.1 = equivalente químico del KOH.

N= normalidad del KOH

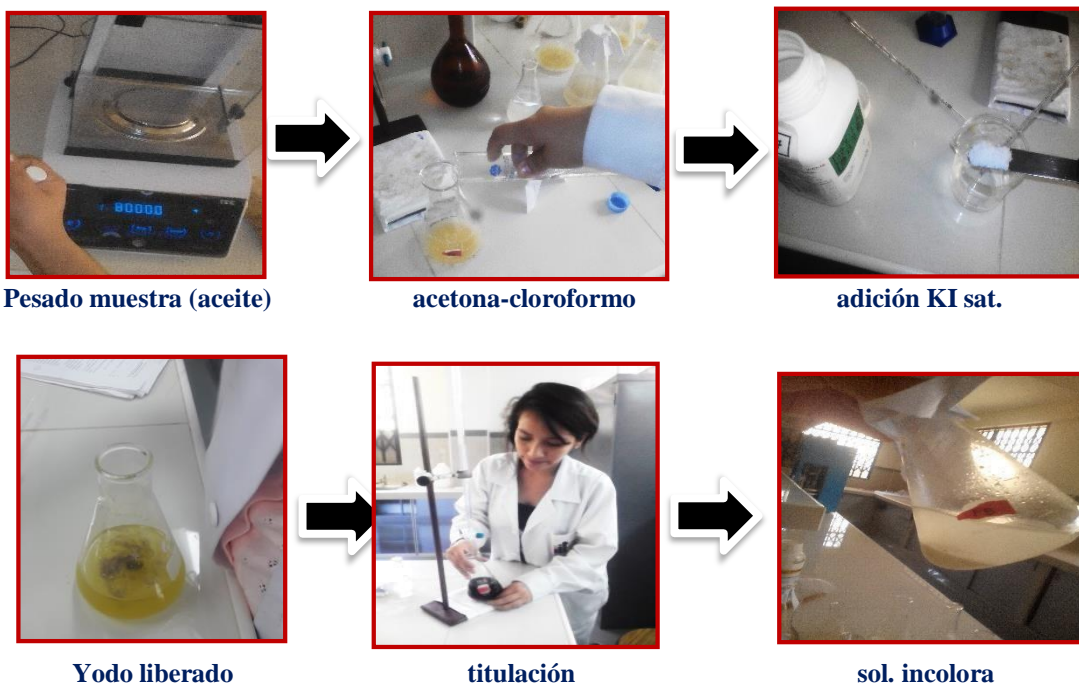
G= volumen de KOH gastados en cm³

P= ms de la muestra en gr.

A. Evaluación de % acidez a materia grasa

Muestra	Peso (g)	Gasto (ml)	% Acidez titulable (ácido oleico)
ACEITE TARWI	5.056	1.2	0.710
	5.010	1.3	0.669
	5.043	1.2	0.732
Promedio			0.705
Desviación Estandar			±0.011
ACEITE DE CHÍA	5.0233	1.5	0.842
	5.0146	1.3	0.731
	5.0023	1.5	0.740
Promedio			0.786
Desviación Estandar			±0.064

b. Índice de peróxido



formula:

$$\text{índice de peroxido} \left(\frac{\text{meq. } O_2}{\text{kg}} \right) = \frac{S \times N \times 1000}{W}$$

Donde:

S = (V Na₂S₂O₃ muestra - V Na₂S₂O₃ blanco) en cm³

N= normalidad del tiosulfato de sodio 0.001N

W= peso de la muestra analizada en g.

B. Evaluación de Índice de peróxido (meq. O₂/kg)

Muestra	S	peso (gr)	Índice peróxido
ACEITE TARWI	0.800	1.208	0.710
	0.768	1.150	0.669
	0.810	1.207	0.732
Promedio			0.705
Desviación Estandar			±0.011
ACEITE DE CHÍA	0.400	1.011	0.842
	0.500	1.070	0.731
	0.400	1.089	0.740
Promedio			0.786
Desviación Estandar			±0.064

c. Índice de yodo



Pesado muestra (aceite)



sol. Wijs-cloroformo



adición KI 15%



Para el cálculo se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de yodo} \left(\frac{\text{g de yodo}}{100 \text{ g. grasa}} \right) = \frac{(b - a) \times 1.269}{\text{peso(g.) muestra}}$$

Donde:

N= 0.1N si se trabaja a esta concentración se usa esta fórmula
 a = gasto de Na₂S₂O₃ (tiosulfato de sodio en ml), para valorar muestra
 b = gasto de Na₂S₂O₃ (tiosulfato de sodio en ml), para valorar en banco
 1.269 = peso de un miliequivalente de yodo, en gramos
 W= peso de la muestra en gramos.

C. Evaluación de Índice de yodo (g I/100g)

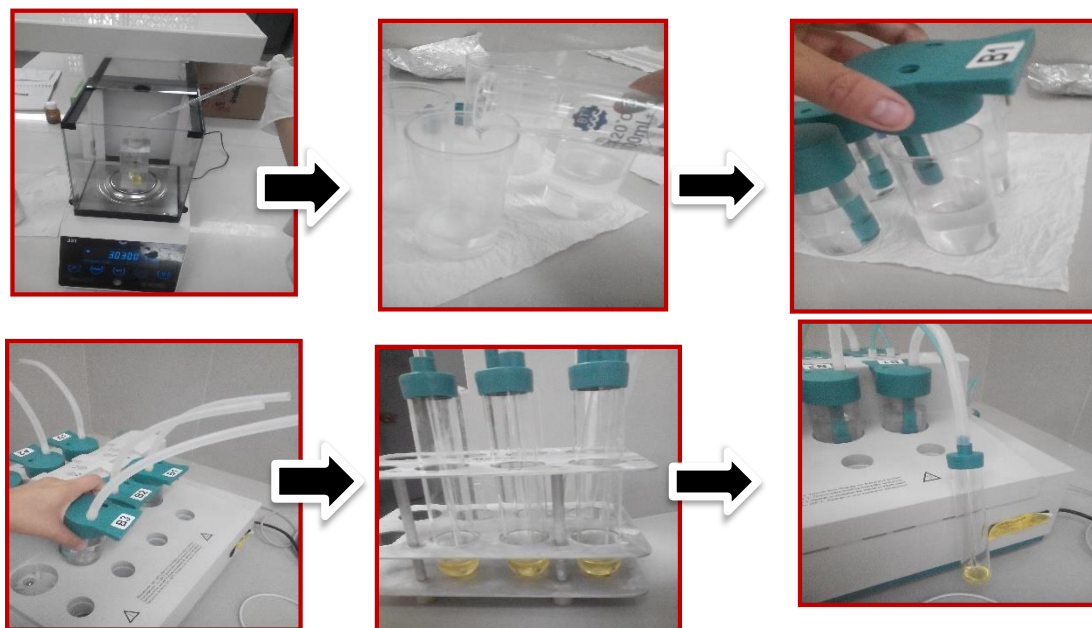
Muestra	(b-a)	peso (gr)	Índice yodo
ACEITE TARWI	17.000	0.256	84.000
	17.900	0.262	95.259
	20.810	0.258	150.00
Promedio			109.755
Desviación Estandar			±0.938
ACEITE DE CHÍA	35.666	0.276	170.093
	40.234	0.259	180.983
	45.355	0.257	169.038
Promedio			189.100
Desviación Estandar			±0.253

d. Índice de refracción



e.

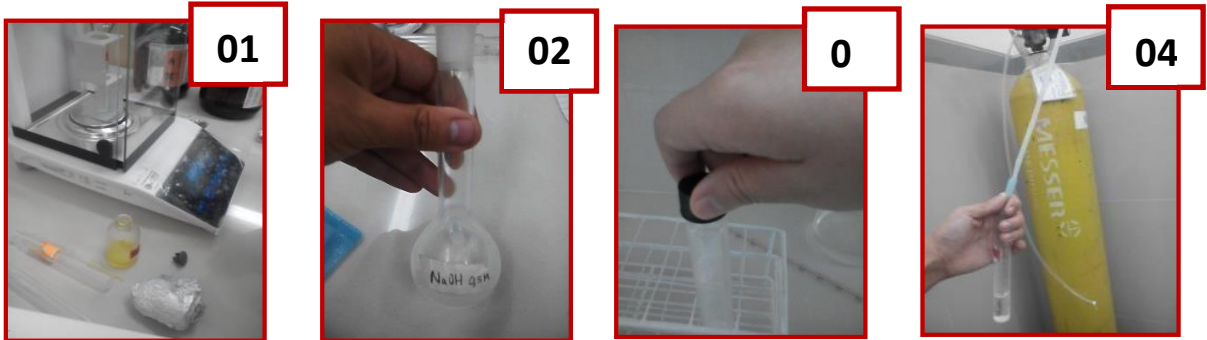
f. Estabilidad oxidativa (Rancimat)



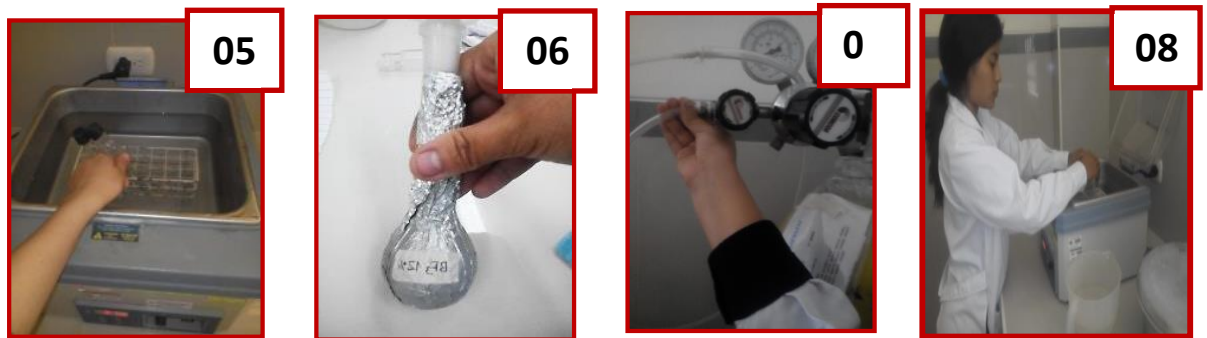
ANEXO 05

4.1 DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE MATERIA PRIMA Y GALLETAS CON SEMILLAS DE CHÍA Y ACEITE EXTRAÍDO DE TARWI SEGÚN EL MÉTODO OFICIAL FAMEX AOAC 991.39 EN ALIMENTOS.

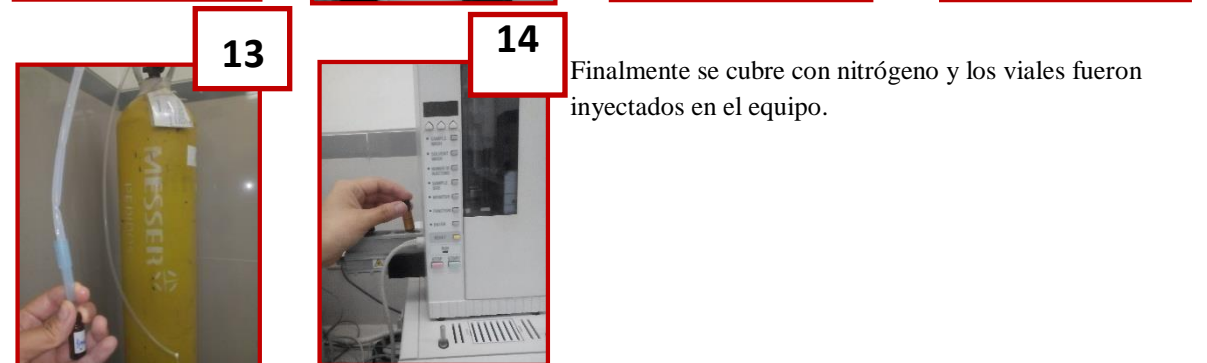
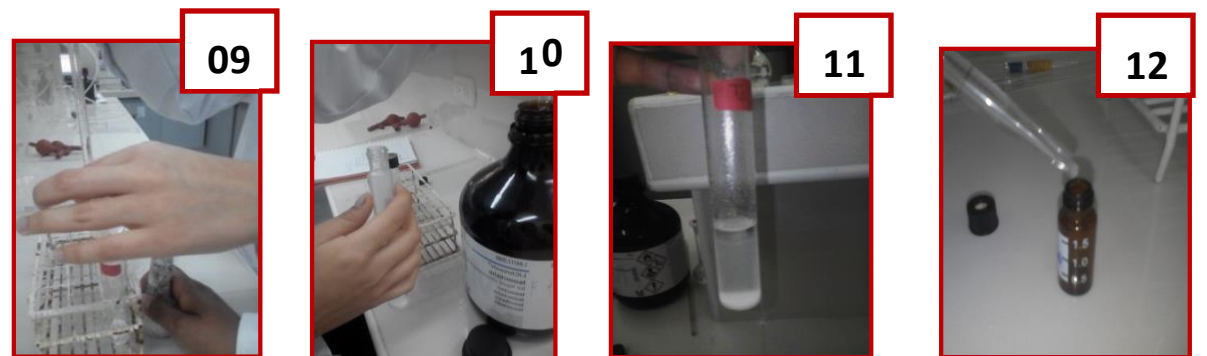
a. Preparación de la muestra



Pesamos 0.025g. de muestra (aceite) en un tubo, luego añadimos 1.5ml de NaOH 0,5M, cubrimos con nitrógeno y se deja a baño maría (5min. A 100°C)



añadieron 2 ml de BF₃, nitrogenamos y dejamos a baño maría por 30 min. Luego se añade 5ml de NaCl saturado y 1ml de isooctano, agitamos fuertemente luego se extrae la parte superficial (incolore) al vial.



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

b. Parámetros de cromatógrafo de gases para metodología FAMEX AOAC

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

ANEXO 06

A. RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL TEST DESCRIPTIVO: DUREZA DEDO, INCISIVOS, ACEITOCIDAD, INTENSIDAD DE OLOR, COLOR SUPERFICIE Y SABOR.

PANELISTAS	COLOR SUPERFICIE										
	F2	F9	F1	F3	F4	F10	F5	F6	F7	F8	CO
1	5	5	4	4.9	5.8	5.7	3.7	5	6.3	5.4	7.2
2	5.8	5.7	6.6	5.6	5.6	6.5	4.5	5.8	3.5	6.2	6.4
3	4.6	5.2	4.6	6.3	6.3	6.2	4.3	3.7	4.2	4.4	4.6
4	2.2	4.3	3.5	5.1	7	5.7	5.6	5.6	5.4	6.1	6.3
5	3.4	3.8	4.4	7.5	8.5	8.1	2.3	3.1	4.1	3.1	4.1
6	6.5	6.9	3.4	5.7	5.8	8.2	3.2	2.9	3.3	4.5	4.7
7	4	5.1	4.1	4	6.9	5.9	3	4	4.2	4.9	4.9
8	5.6	5.3	5.9	5	5.3	5.3	5	4.6	3.9	7.4	4
9	5.9	5	6.1	6.6	6.4	5.5	3.4	3.5	3.1	3.8	3.4
10	2.7	5.4	2.7	2.9	5.4	5.5	3.2	3.2	3.5	5.6	5.8
11	4.6	4.3	6.5	6.1	5.7	7.4	1.9	2.3	5.3	6.3	6.6
12	7.5	5.8	4.5	6	8.3	8.7	4.5	3.7	2.8	6.2	2.8
13	3.2	5.4	4.4	4.8	6.5	4.8	3.6	3.6	5.6	6.9	6
14	5.8	6	5	6.4	4.6	5.9	4.8	4.8	3.8	6.4	7.2
15	3.1	4.5	3.8	5.4	6.3	5.4	2.2	2.7	3.2	4.7	3.2
16	2.6	3.7	2.1	5.2	9.5	9.2	3.3	6.3	7	6.4	7.7
17	3	6.7	3	5.3	6.3	7.6	3.5	4.3	4.8	5.5	4.8
18	1.2	1.9	4	2	1.8	1.9	2.5	2.4	2.8	3.6	3.6
19	4.8	5	5.7	4.8	5.7	5.1	4.1	4.1	4.1	5.2	5.3
20	5.1	2.9	4.5	5.2	5.8	6.7	3.8	5.2	4.2	6	6.6
PROMEDIO	4.3	4.9	4.4	5.2	6.2	6.3	3.6	4	4.26	5.4	5.26

PANELISTAS	INTENSIDAD DE OLOR										
	F2	F9	F1	F3	F4	F10	F5	F6	F7	F8	CO
1	2.2	4.7	2.9	3	3.8	5.2	3.7	6.5	6.5	5.2	7.4
2	6.3	5.3	6.2	5.9	6	6.7	4.8	5.1	5.2	4.9	5.9
3	3.5	5.7	3	5.7	5.7	5.7	3.7	4.4	5.5	4.8	5.5
4	2.7	5.5	4.1	3.3	4.3	5.8	5.6	6.3	5.2	6.9	6.7
5	4.2	7.8	5.8	2.3	2	7.6	3.1	2	1.9	2.5	1.9
6	6	5.7	6	5.9	6.4	7.2	4.1	3.9	4.1	4.9	4.9
7	4.1	5.1	4.1	4	6.9	6	3.1	4.2	4	5.2	4.9
8	4.5	5.7	4.5	4.9	4.8	4.9	2.9	3.8	4.7	6.4	5
9	7.7	5	7	7	6.6	5	5.8	6	6.3	5.7	6
10	4.5	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	5.6	5.3	5.2	4.3	4.3
11	6.9	8.1	6.9	4.2	6.3	7	7.3	4.2	7.7	4.7	4.8
12	8	7.5	4.6	5.1	8.4	8.2	8	4.3	7.1	4.4	7
13	4.3	4.7	4.6	4.8	6.1	4.7	5.7	5.3	5.5	4.1	5.7
14	5	5	5.1	5.1	5.1	5.1	3.6	4.9	3.6	4.8	7.4
15	2.6	3.3	2.1	5.4	4.3	6.3	4.5	3.7	2.9	3.7	3.1
16	1.2	4.6	1.6	5.6	6.5	4.5	5.8	7.5	6.4	8	6.4
17	4.1	7.4	4.1	6.2	5.2	7.3	5.1	4.2	5.3	7.2	5
18	2.4	5.7	3.7	3.6	3.5	2.4	4.9	3.9	3.9	5.1	4.5
19	4.8	5	5.8	4.8	5.7	5.1	4	4	4	4	4
20	4	4.4	5.2	5.2	5.6	5.9	6.2	4.3	5	5.6	4.8
PROMEDIO	4.5	5.6	4.6	4.8	5.4	5.8	4.9	4.7	5	5.1	5.26

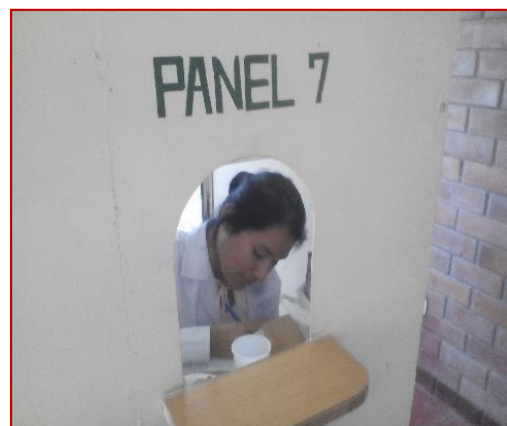
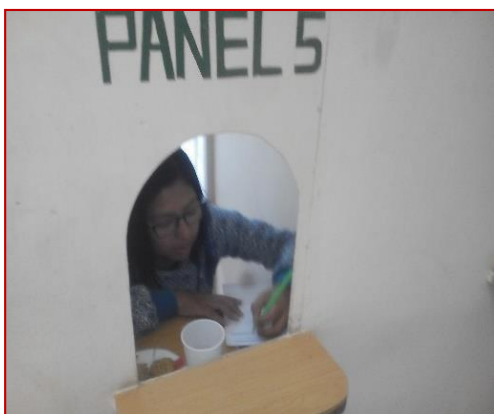
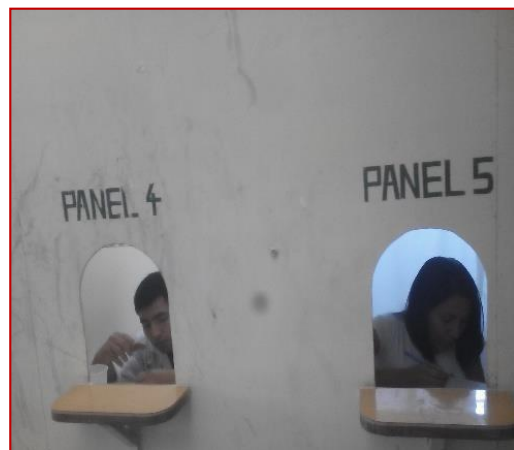
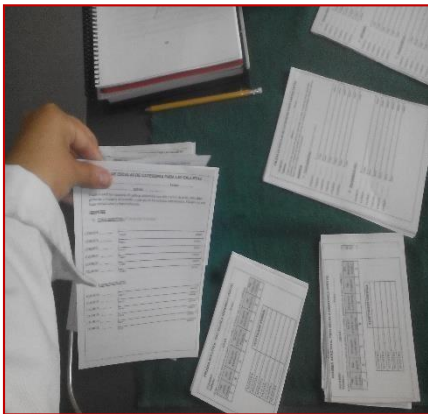
PANELISTAS	DUREZA DEDO										
	F2	F9	F1	F3	F4	F10	F5	F6	F7	F8	CO
1	9.6	6.8	9.6	6	7.2	6.8	9.3	8.3	8.2	7.1	9.2
2	7	8.3	8.4	7	8	9.3	7.5	7.2	7.6	7	7.5
3	3.9	4.2	3.9	5	4	4	3.6	5.2	4.7	4.5	6
4	8.1	5.6	6.1	3.6	2.6	3.9	3.7	4.2	5.3	7	6
5	9	5.5	7.9	5.9	4.8	5.2	1.8	3.8	3.7	3.3	7.4
6	7.7	8.4	7.7	7.3	7.4	7.9	9.5	9.1	8.7	8.1	7.9
7	6.2	5	6.2	6.2	4.3	5.1	5.9	6.7	4.8	4.8	4.8
8	7.2	7.1	7.6	8.5	9.1	8	6.5	5.5	6.6	8.8	6
9	6.2	8	9	6.6	6.8	5	5.2	5.1	5.9	5.4	5.5
10	5.9	5.8	6.3	5.9	8.4	5.5	5.2	5.2	5.2	6.2	6.2
11	3.3	8.7	3.3	7.8	6.6	7.9	9.8	1.1	1.6	7.4	6
12	5.2	6.7	9.7	7	6.5	6.9	9.6	7.7	7.7	4.8	8.4
13	9.8	5.5	9.3	4.8	5.7	6.2	1	1	6.9	8.6	7.4
14	5.7	5.9	4.2	6.2	6.2	7.6	4.9	6	4.6	4.3	4
15	8	8	7.9	8.4	9.3	8.2	7.8	8.4	6.6	9.5	8.9
16	6.8	8	7.3	7.9	9.4	8.6	5.7	7.7	7	5.1	4.7
17	6.3	7.5	6.5	8	8.6	8.6	4.1	5.2	4.2	6.3	6.6
18	7	7	8	6.2	5.2	6.2	7.2	6.2	7.6	5.2	6.1
19	6	5.7	6.2	5.3	5.5	5.6	5.4	4.7	4.1	4.1	4.2
20	4.4	5.2	3.8	6	8.8	7	2.9	3.3	3.1	4	6.2
PROMEDIO	6.7	6.6	6.9	6.5	6.7	6.7	5.8	5.6	5.7	6.1	6.5

PANELISTAS	ACEITOCIDAD										
	F2	F9	F1	F3	F4	F10	F5	F6	F7	F8	CO
1	2.3	4.6	1.1	3.2	6.5	5.1	1.3	2.6	2.1	3.4	3.4
2	1	1	1.1	1	1	1	2.6	2.2	1.9	2.2	2
3	5.2	6.1	5.2	3.1	5.2	6	5.2	4.4	4.1	3.8	3.5
4	3.9	5	2.4	2.1	3.3	2.5	4.8	5	4.1	4.7	3.7
5	3	5.4	6	7.8	6.9	4.8	1.6	2	1.6	2.1	1.5
6	2.4	5.4	2.8	4.8	6	7.3	0.8	2.7	3.4	6.4	5.4
7	3.7	5.1	4.4	3.7	5	5.1	3.9	3.8	5.5	4.9	4.9
8	1.3	2.7	0.8	1.9	1.5	2	1.5	2.3	1.6	4.1	4
9	3.7		2.4	3	3.8		5.3	4.7	4	5.1	4.5
10	1.8	6.7	1.8	1.7	6.8	6.8	4.7	4.7	4.7	5.4	5.5
11	3.3	5.8	4.4	6.1	5.8	5.1	1.2	1.4	2.3	6.5	5.5
12	3.5	2.9	2.2	3	3.7	4.3	3.2	3.8	1.7	4.5	5.3
13	2.2	3.4	2.2	4.8	4.3	2.6	1.6	1.6	7.1	8.2	7.9
14	5.6	6	4.7	6.7	4.6	6.6	3.5	4	3.6	5.7	6.7
15	4	3.2	5.2	6	3.6	2.8	3.6	3.9	3	3.2	3.9
16	0.9	3.2	1.2	5.7	5.2	2.5	7.1	6.2	4.6	4.2	5.4
17	4	5.2	4	6.7	6.7	6.2	4	4.6	5.1	5.3	4.7
18	2.9	3.8	2.3	4.5	4.5	3.9	6.1	5.4	4.1	6.7	5.8
19	2.3	3.8	3.8	3.5	4.8	3.9	1.2	2.1	2.9	3	2.9
20	1.3	3.1	0.7	4.1	7.5	6.5	6.1	5.5	3.9	4.8	6.4
PROMEDIO	2.9	4.3	2.9	4.2	4.8	4.5	3.5	3.6	3.57	4.7	4.65

PANELISTAS	DUREZA INCISIVOS										
	F2	F9	F1	F3	F4	F10	F5	F6	F7	F8	CO
1	10	9.5	9.6	7.8	8.6	9.5	8.7	5	8.5	4.4	3.7
2	9.4	4.2	9.3	5.3	5.3	6.3	5.3	4.8	6.9	3	3.2
3	9.2	6.3	9.2	5.8	4.9	8.1	5.4	5.4	7.1	2.1	5.9
4	4.4	2.7	6.1	1.8	2.7	5.2	7.7	3.9	7.4	2.1	5.2
5	8.4	3.8	8.2	5	3.9	3.5	7.8	7.8	5.6	5.7	4.9
6	8.3	6.3	8.6	4.2	5.5	4.7	8.5	5.7	6.9	2.8	5.3
7	7.1	4.5	6.6	6.5	5.1	5	4.3	7.2	6	5.2	5.2
8	6.8	5	6.4	5.5	5.1	4.4	4.2	4.9	8.1	7.1	2.5
9	6.4		5.9	5.4	5.1		6.2	5.1	4.2	4.7	4.7
10	7.2	3	7.1	7.2	3	2.8	4.2	4.2	4.3	5.3	5.3
11	9.4	4.7	7.5	4.4	4.7	3.9	9.9	9.3	7.7	3.2	5.7
12	7.1	7.9	9.2	9.4	7.8	8.7	5.9	5	5.9	4.9	4.2
13	9	6	8.6	4.7	5.8	8.1	7.1	7.2	6.6	1.7	3.7
14	6.9	8.1	7.9	7.9	6	8.1	4.1	4	4.6	4.3	3.7
15	7.9	3.1	7.3	1.5	1.9	2.7	7.6	5.5	6.8	1.9	1.5
16	8.6	1.4	9.4	7.3	1.8	5.4	8.7	7.5	5.4	2.7	3.7
17	7.4	5.2	8.5	3.1	2.5	5.5	8	4	4.4	4.7	4.9
18	7.8	4.2	8.4	3.2	3	4.3	6.2	6.1	7.6	1.8	3.2
19	6.7	5.1	6	4.8	4.8	5.2	7	6	6.3	5.3	5.2
20	6.1	5.5	5.9	3.6	3	4.5	6.4	3.6	5.7	4.2	5.3
PROMEDIO	7.7	5.1	7.8	5.2	4.5	5.6	6.7	5.6	6.3	3.9	4.35

PANELISTAS	SABOR (ESCALA HEDÓNICA VERBAL)										
	F2	F9	F1	F3	F4	F10	F5	F6	F7	F8	CO
1	2	4	2	6	5	5	2	5	3	6	7
2	1	2	2	5	6	5	4	5	4	6	7
3	2	3	3	6	8	5	3	4	3	6	5
4	2	2	3	6	5	4	3	3	4	5	4
5	3	3	2	6	5	6	5	5	4	6	6
6	3	4	2	5	4	5	4	4	4	6	4
7	3	3	4	6	5	7	2	3	5	6	6
8	1	3	3	7	7	5	5	5	4	6	6
9	3	4	4	6	5	5	3	4	4	6	6
10	2	3	2	5	4	5	5	5	5	7	7
11	3	3	2	7	7	7	3	6	5	7	7
12	2	4	1	7	9	7	4	5	5	7	6
13	3	3	1	5	5	6	5	5	6	6	6
14	3	4	2	5	4	6	3	4	5	4	5
15	3	3	2	7	5	5	4	3	6	4	6
16	4	3	3	5	7	5	2	4	5	5	3
17	2	2	2	5	4	7	3	2	2	5	7
18	1	4	1	7	8	7	5	4	5	6	5
19	3	2	4	5	5	8	2	4	4	6	5
20	3	2	2	6	5	6	5	3	6	5	4
PROMEDIO	2	3	2	5.9	5.7	6	4	4	4	6	5.6

PANELISTAS	ACEPTACION GENERAL (ESCALA HEDÓNICA VERBAL)										
	F2	F9	F1	F3	F4	F10	F5	F6	F7	F8	CO
1	1	6	2	4	5	5	2	5	3	6	7
2	2	5	2	5	6	5	3	4	3	6	6
3	3	6	3	5	7	5	3	4	4	6	6
4	1	4	2	5	5	6	5	3	4	2	1
5	3	5	3	6	6	5	5	4	4	6	7
6	3	5	2	6	5	5	3	4	4	6	4
7	3	6	3	5	7	7	2	3	5	6	6
8	4	5	5	6	6	6	5	4	4	7	6
9	2	5	3	5	6	6	2	3	3	5	6
10	2	6	2	6	7	7	5	5	5	6	7
11	2	7	2	5	6	7	1	5	3	7	6
12	6	5	2	5	7	6	4	5	5	7	6
13	3	5	3	6	5	4	5	5	6	6	6
14	6	6	6	7	5	5	4	4	5	4	4
15	3	5	4	6	7	5	4	4	6	4	6
16	3	6	2	5	4	4	3	4	5	4	4
17	2	5	1	6	6	6	4	2	2	5	7
18	4	5	4	6	6	5	5	5	4	6	5
19	2	6	3	6	6	5	3	4	4	5	5
20	3	4	2	6	6	3	3	3	4	5	4
PROMEDIO	2.9	5	2.8	5.6	5.9	5.4	3.6	4	4.2	5	5.5



ANEXO 07
RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS A LAS FORMULACIONES

A. Textura instrumental

TEXTURA (1Kgf = 9.8067N)		DUREZA (N)		FRACTURABILIDAD (N)	
		Rep 1	Rep 2	Rep 1	Rep 2
F1		51.776	50.688	6.815	5.567
	Prom.	51.232		6.191	
	Des. Stan	0.591		0.779	
F2		43.490	44.538	9.492	9.764
	Prom.	44.014		9.628	
	Des. Stan	0.550		0.037	
F3		22.789	22.647	2.250	2.868
	Prom.	22.718		2.559	
	Des. Stan	0.010		0.191	
F4		15.979	15.635	3.733	4.089
	Prom.	15.807		3.911	
	Des. Stan	0.059		0.063	
F5		15.866	15.458	15.536	15.866
	Prom.	15.662		15.701	
	Des. Stan	0.083		0.055	
F6		41.342	40.348	11.532	11.046
	Prom.	40.845		11.289	
	Des. Stan	0.494		0.118	
F7		22.529	22.307	10.708	9.316
	Prom.	22.418		10.012	
	Des. Stan	0.025		0.970	
F8		17.567	17.047	3.432	4.388
	Prom.	17.307		3.910	
	Des. Stan	0.136		0.457	
F9		24.343	25.459	2.932	2.268
	Prom.	24.901		2.600	
	Des. Stan	0.622		0.220	
F10		25.525	25.353	5.967	5.869
	Prom.	25.439		5.918	
	Des. Stan	0.015		0.005	
F11		25.454	24.987	4.568	5.653
	Prom.	24.98		4.977	
	Des. Stan	0.465		0,455	
CONT.		27.560	27.236	2.858	2.234
	Prom.	27.398		2.546	
	Des. Stan	0.052		0.195	



B. Colorimetría instrumenta

ANALISIS		L*	a*	b*	C	h
F1	rep 1	70.34	2.7	35.17	35.2735	85.610
	rep 2	70.74	2.94	35.39	35.5119	85.251
	rep 3	70.29	2.9	35.34	35.4588	85.309
	PROM.	70.457	2.847	35.300	35.415	85.390
	DES. STAN	0.061	0.017	0.013	0.016	0.037
F2	rep 1	67.71	1.52	26	26.0444	86.654
	rep 2	64.61	1.29	25	25.0333	87.046
	rep 3	67.5	1.57	24.987	25.0363	86.404
	PROM.	66.607	1.460	25.329	25.371	86.701
	DES. STAN	3.001	0.022	0.338	0.340	0.105
F3	rep 1	60.69	2.42	39	39.0750	86.449
	rep 2	67.77	3.25	40.61	40.7398	85.424
	rep 3	67.8	3.37	40.26	40.4008	85.215
	PROM.	65.420	3.013	39.957	40.072	85.696
	DES. STAN	16.780	0.268	0.717	0.774	0.436
F4	rep 1	54.61	3.09	37	37.1288	85.226
	rep 2	63.3	3.05	37.2	37.3248	85.313
	rep 3	60.73	3.12	36.11	36.2445	85.062
	PROM.	59.547	3.087	36.770	36.899	85.200
	DES. STAN	19.929	0.001	0.337	0.331	0.016
F5	rep 1	63.1	-0.23	26.97	26.9710	90.488
	rep 2	62.94	-0.09	26.68	26.6802	90.193
	rep 3	65.94	-0.09	30.06	30.0601	90.171
	PROM.	63.993	-0.137	27.903	27.904	90.284
	DES. STAN	2.849	0.007	3.509	3.509	0.031
F6	rep 1	63.6	-0.77	25.98	25.9914	91.697
	rep 2	64.11	-0.64	27.41	27.4175	91.337
	rep 3	64.38	-0.65	27.47	27.4777	91.355
	PROM.	64.030	-0.687	26.953	26.962	91.463
	DES. STAN	0.157	0.005	0.711	0.708	0.041
F7	rep 1	66.15	1.41	33.19	33.2199	87.567
	rep 2	65.51	1.49	32.97	33.0037	87.412
	rep 3	67.92	1.58	34.06	34.0966	87.344
	PROM.	66.527	1.493	33.407	33.440	87.441

	DES. STAN	1.558	0.007	0.332	0.335	0.013
F8	rep 1	61.48	0.57	41.98	41.9839	89.222
	rep 2	63.44	0.22	40.876	40.8766	89.691
	rep 3	59.85	0.13	41.465	41.4652	89.820
	PROM.	61.590	0.307	41.440	41.442	89.578
	DES. STAN	3.231	0.054	0.305	0.307	0.099
F9	rep 1	59.03	2.41	36	36.0806	86.170
	rep 2	58.86	2.44	35.234	35.3184	86.038
	rep 3	59.34	2.34	35.988	36.0640	86.280
	PROM.	59.077	2.397	35.741	35.821	86.163
	DES. STAN	0.059	0.003	0.193	0.190	0.015
F10	rep 1	61.57	3.34	36.3	36.4533	84.743
	rep 2	60.61	3.76	35.21	35.4102	83.904
	rep 3	62.95	3.3	37.03	37.1768	84.907
	PROM.	61.710	3.467	36.180	36.347	84.518
	DES. STAN	1.384	0.065	0.839	0.789	0.289
F11	rep 1					
	rep 2					
	rep 3					
	PROM.					
	DES. STAN					
F(CONTROL)	rep 1	58.57	4.12	40.98	41.1866	84.259
	rep 2	60.43	4.05	38.987	39.1968	84.069
	rep 3	60.78	3.24	40	40.0074	85.355
	PROM.	59.927	3.803	39.948	40.130	84.561
	DES. STAN	1.411	0.239	0.997	1.001	0.482



C. Porcentaje de grasa

MUESTRAS	GRASA TOTAL(soflet)			
	P.(muestra)	P.(aceite) gr. (EE)	% aceite	% aceite (base seca)
F1	8.0023	0.7412	9.2623	9.5741
F2	7.8633	1.2944	16.4613	16.8537
F3	7.9875	0.7673	12.2790	12.7329
F4	7.9878	1.4326	17.9349	18.4124
F5	8.0061	0.5916	7.3894	7.6781
F6	8.0211	1.1673	14.5529	14.6699
F7	8.001	0.9111	11.3873	11.6445
F8	8.0008	1.4347	17.9320	18.0919
F9	8.0181	1.2393	15.4563	15.9264
F10	7.3144	1.0503	14.3593	14.4729
F11	8.0344	1.455	15.5830	15.8760
CONTROL	4.8938	0.7815	15.9692	15.9754



D. Análisis cromatográfico

INFORME DE ENSAYO N° 001-2017

FECHA DE RECEPCION : 18/01/2017 11:53:48
MUESTRA : Aceite de galletas(F1,F2,F3,F4,F5;F6,F7,F8,F9,F10,F11,C)
TIPO DE ENVASE : vial ámbar
CONDICION DE LA MUESTRA : En buen estado

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

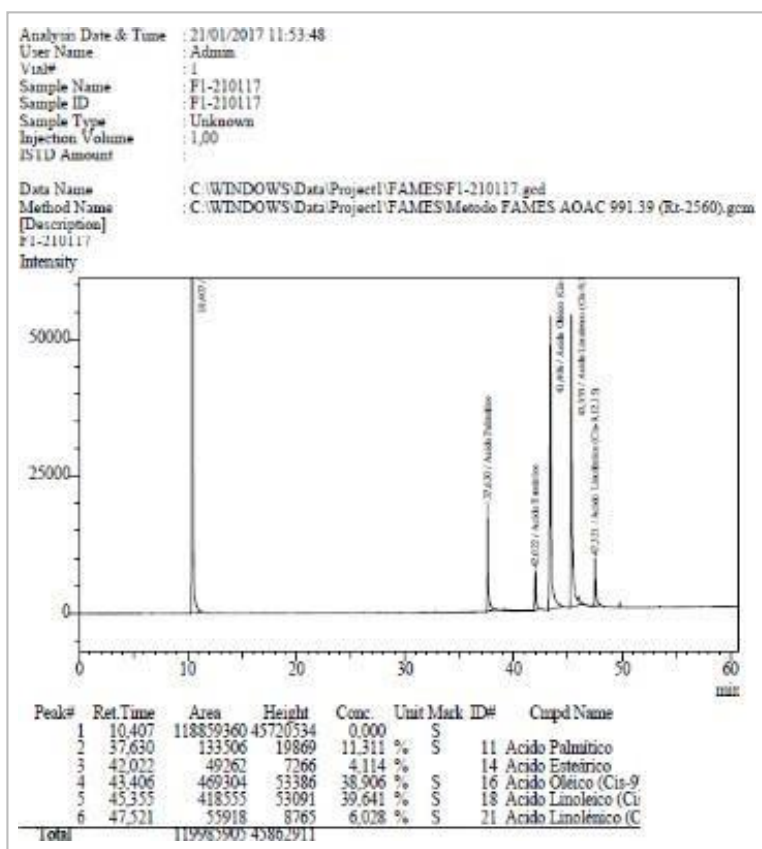
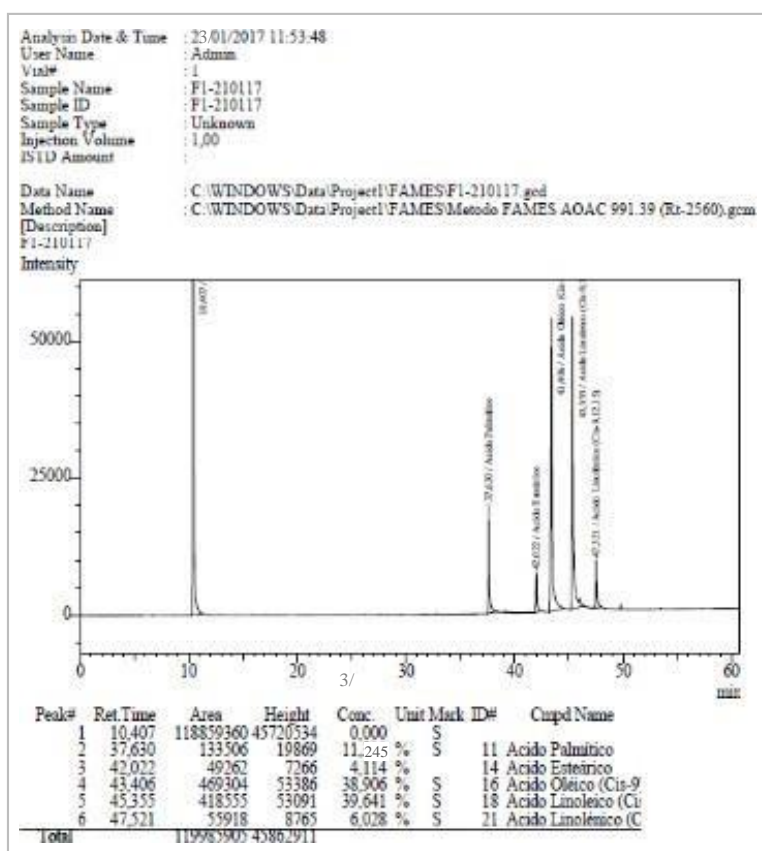
LABORATORIO : NYT – Instituto de Investigación Agroindustrial
FECHA DE ENSAYO : Inicio: 19.01.17 Término: 21.01.17
MÉTODO DE ENSAYO : AOAC Oficial method 991.39 fatty acids in
encapsulated fish oils and fish oil methyl and ethyl esters

RESULTADOS

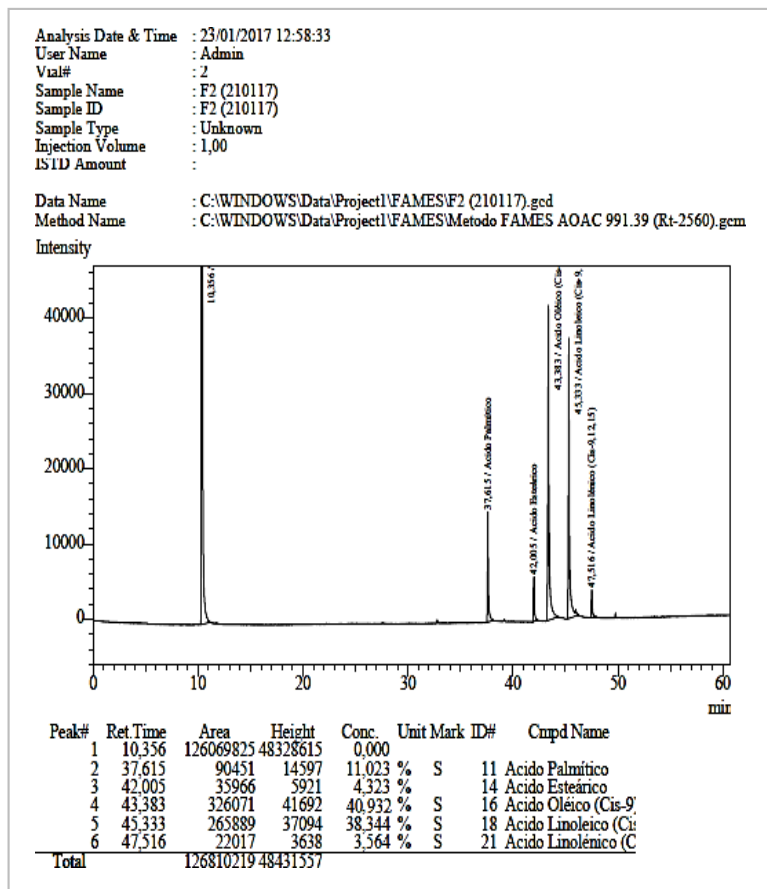
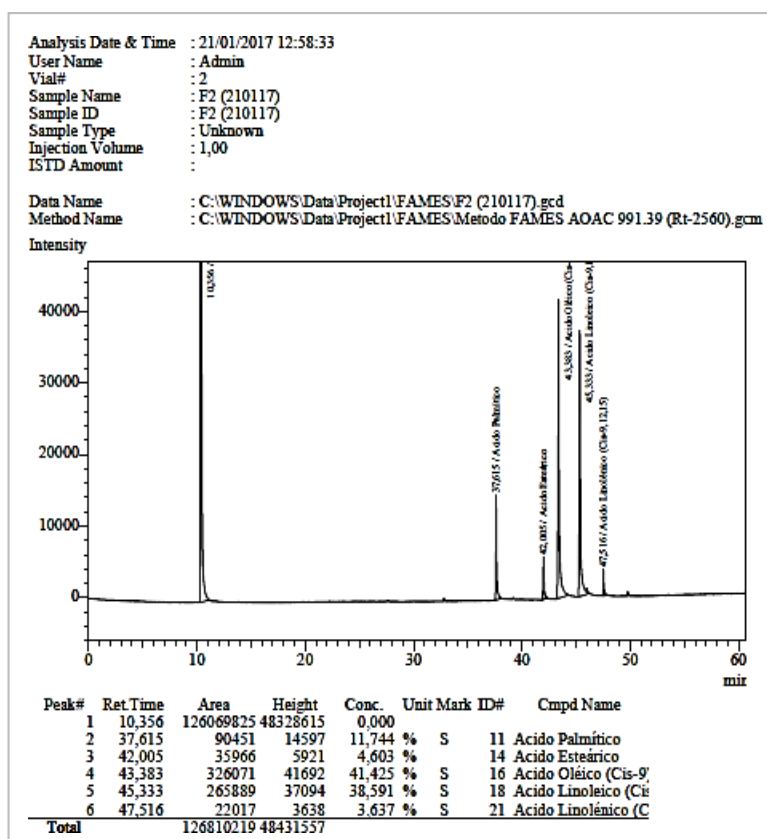
Muestra	ANÁLISIS: QUÍMICOS (ACIDOS GRASOS %)				
	Ácido palmítico	Ácido esteárico	Ácido Oléico (Cis-9)	Ácido Linoléico (Cis-9-12)	linoléico (cis -9,12,15)
F1	11.311	4.114	38.914	39.621	6.138
	11.245	3.456	39.764	39.855	5,986
F2	11.744	4.603	41.286	38.832	3.622
	11.023	4.323	40.932	38.344	3,564
F3	13.253	4.45	37.046	37.539	7.721
	13.455	4.55	36,433	36.984	6.985
F4	10.583	5.037	41.665	39.804	2.911
	09.658	5.984	40.985	38.986	1.987
F5	11.593	4.314	36.783	38.220	9.250
	10.833	3.023	30.498	42.456	8.744
F6	10.402	4.657	37.132	39.184	8.205
	10.355	3.450	35.897	42.644	7,986
F7	11.130	4.460	40.890	39.862	4.244
	11.245	4.345	40.983	39.182	4.455
F8	10.616	4.627	40.783	39.653	4.232
	10.245	4.563	39,874	41.983	4.344
F9	10.503	4.557	40.556	40.631	3.741
	10.763	3.987	40.984	39.654	2.645
F10	10.564	4.483	40.117	40.721	5.006
	9.873	5.679	41.533	39.873	5.255
F11	10.39	4.600	40.327	40.592	4.923
	8.983	4.678	39.874	40.985	4,533
Control	39.25	4.262	35.25	19.253	2.535
	40.836	4.587	35,863	20.348	2.313
Observaciones:					



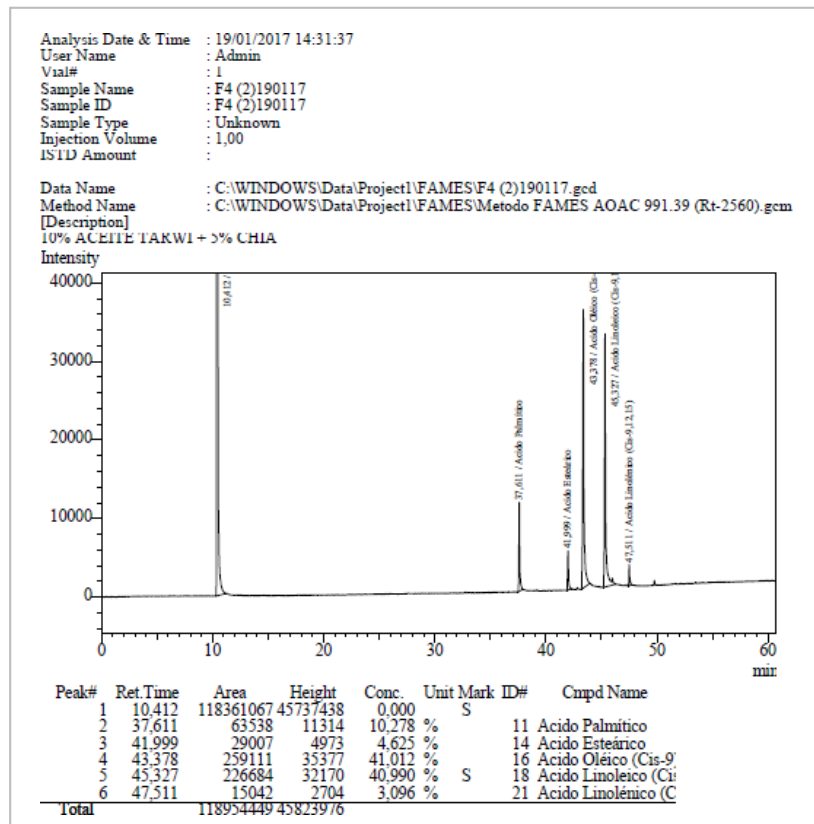
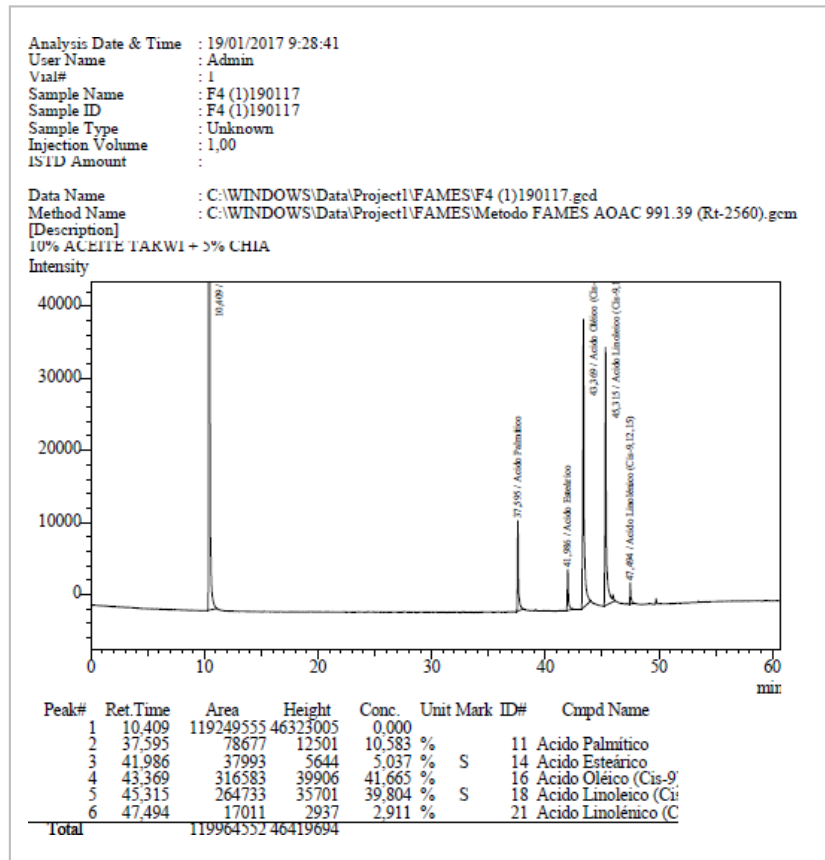
a. Cronomatograma (Rep. F1)



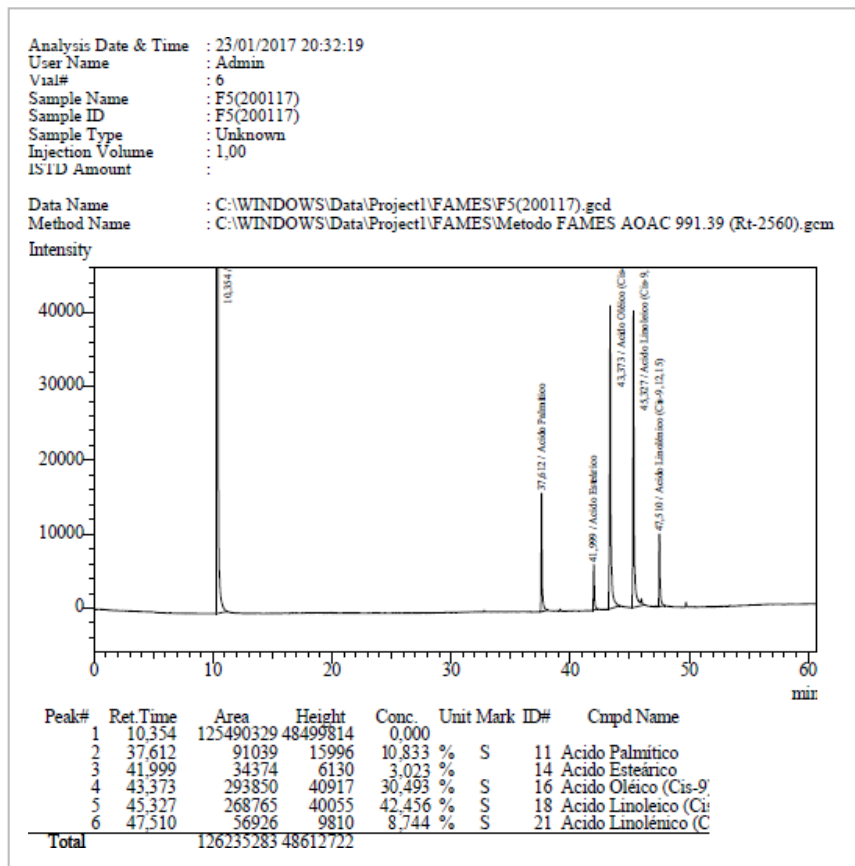
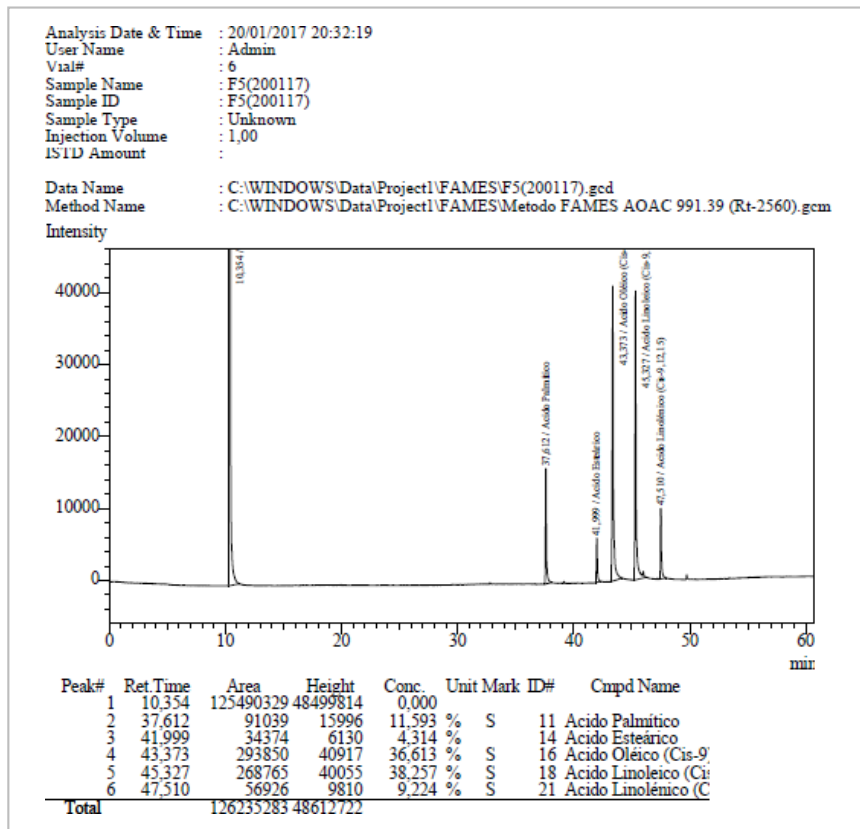
b. Cronomatograma (Rep. F2)



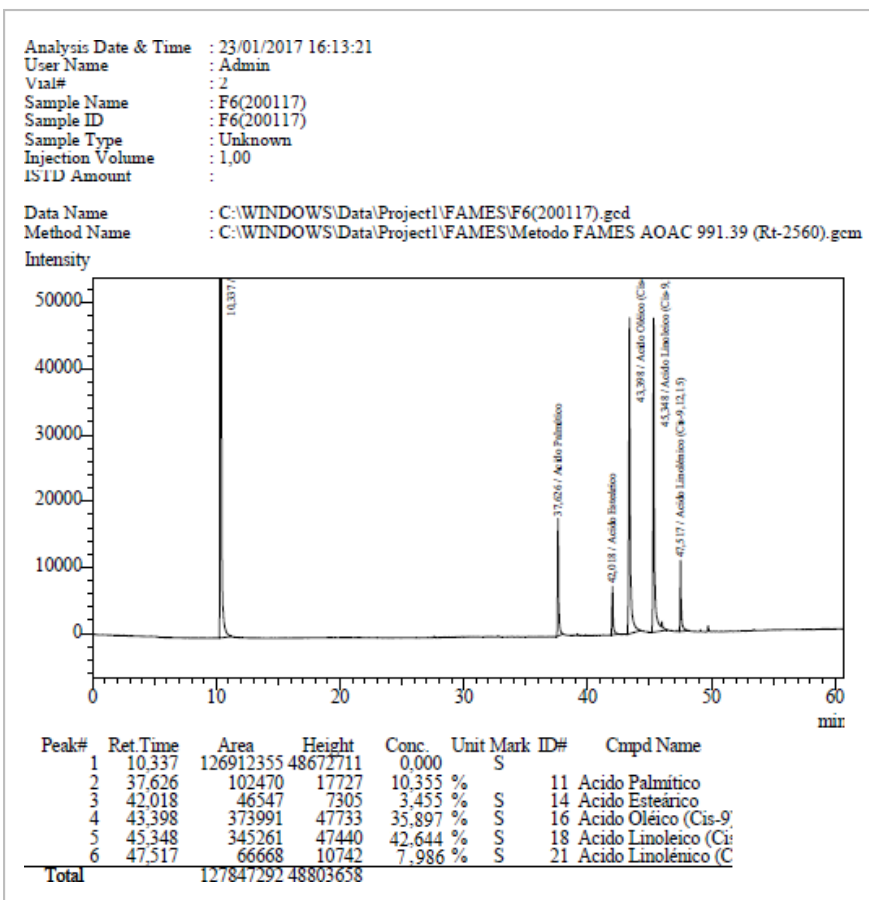
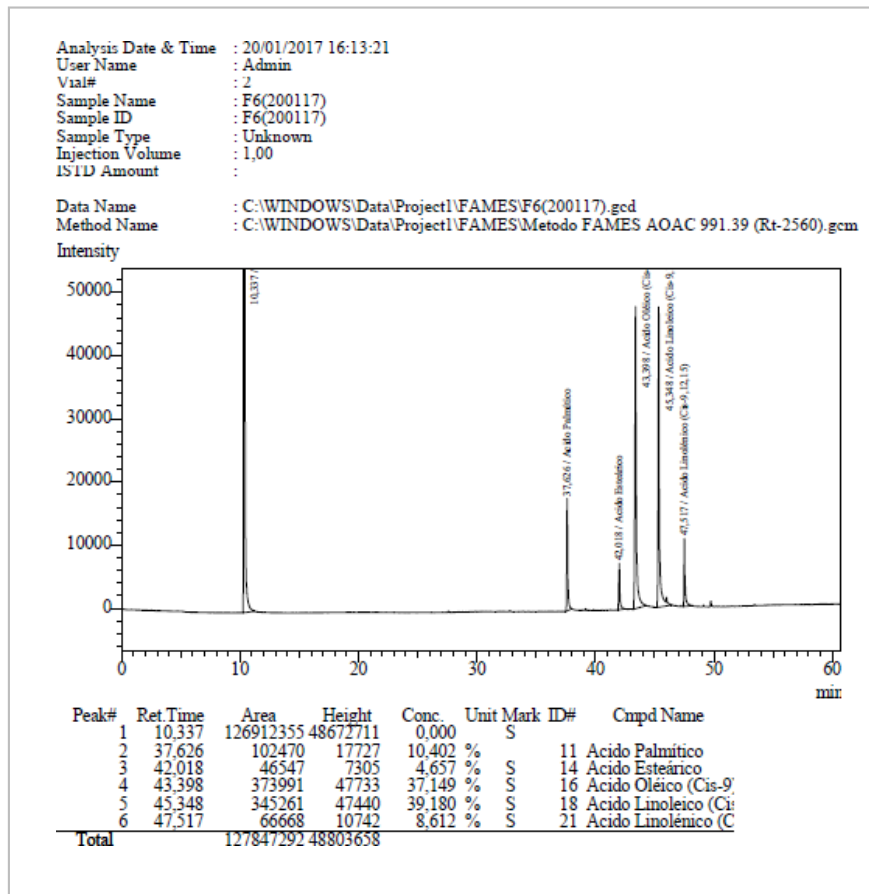
c. Cronomatograma (Rep. F4)



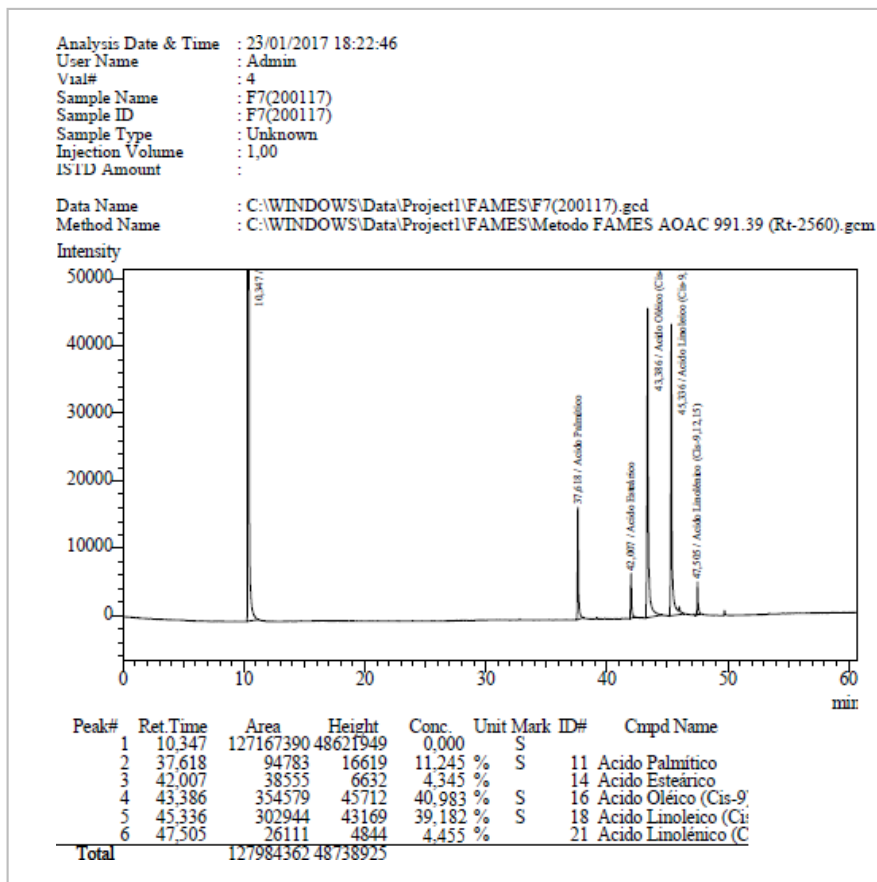
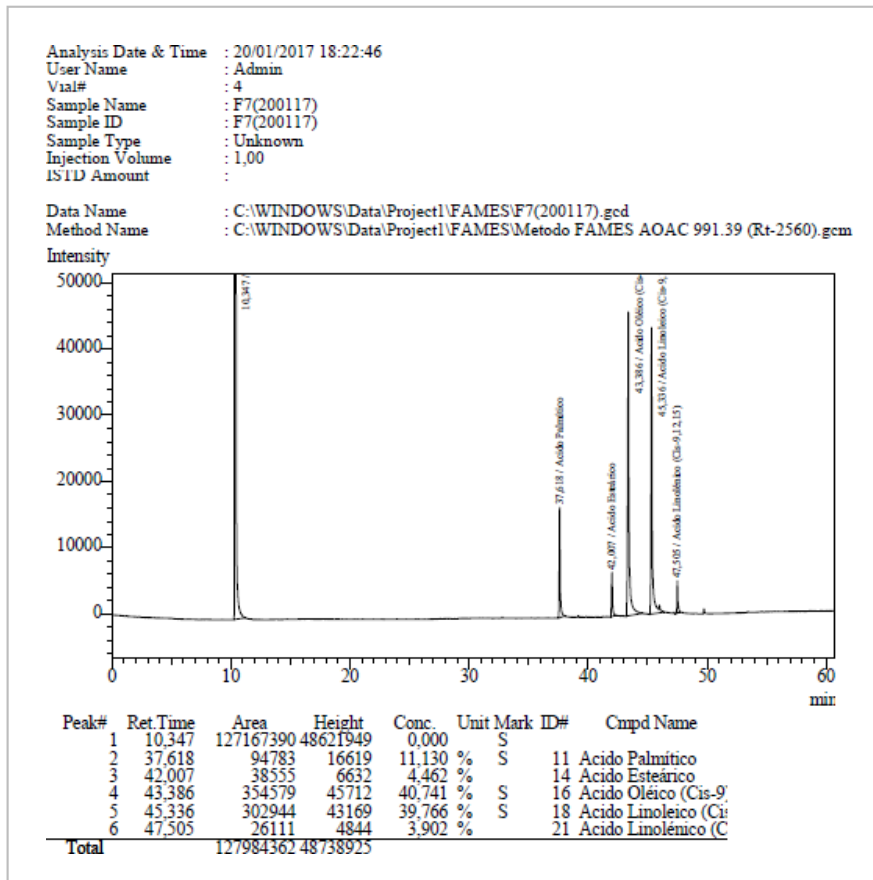
d. Cronomatograma (Rep. F5)



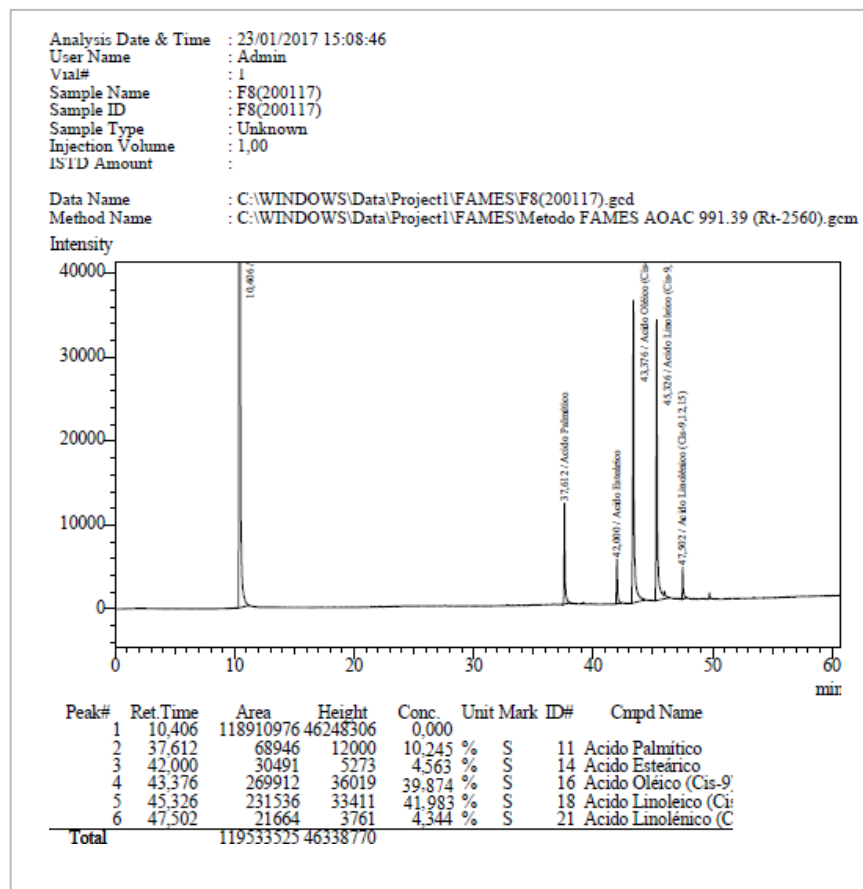
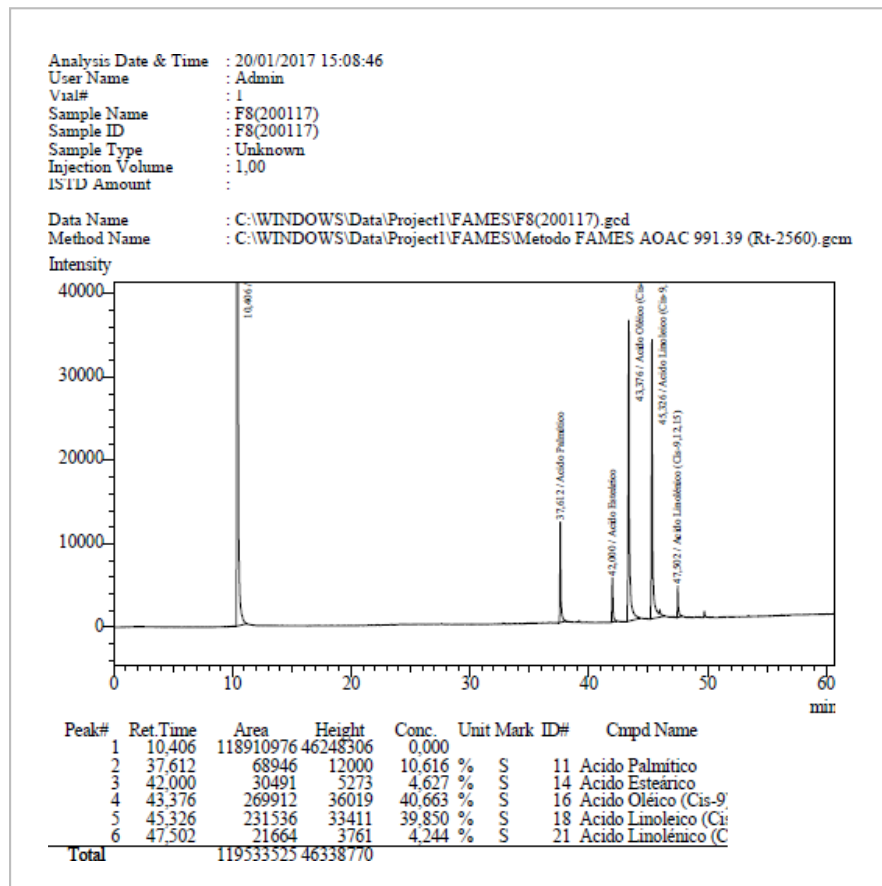
e. Cronomatograma (Rep. F6)



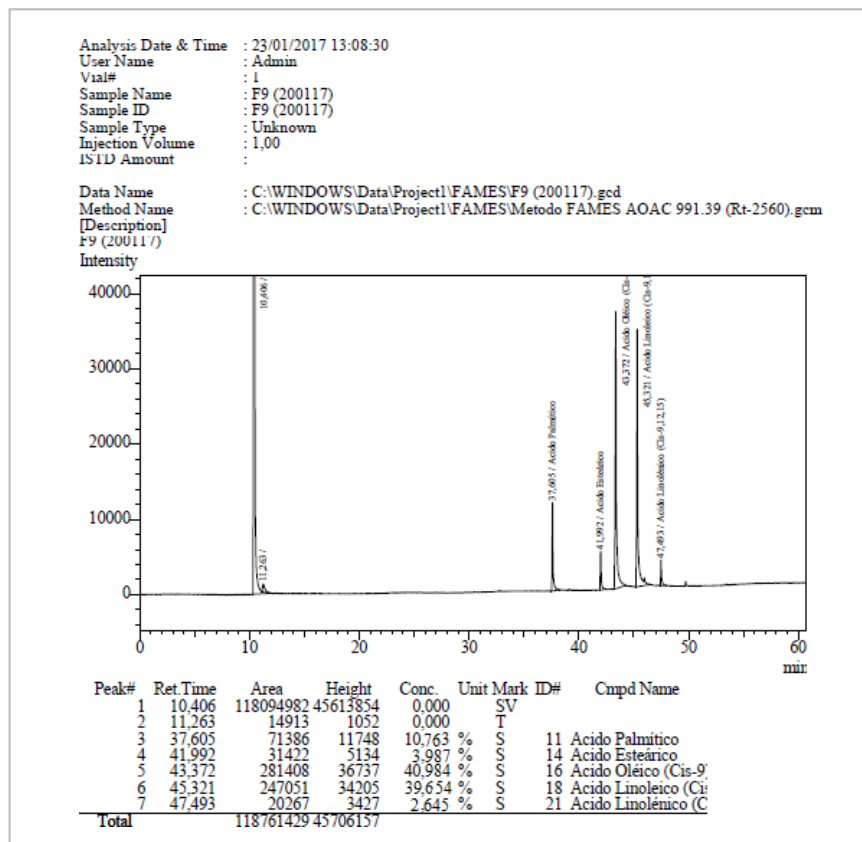
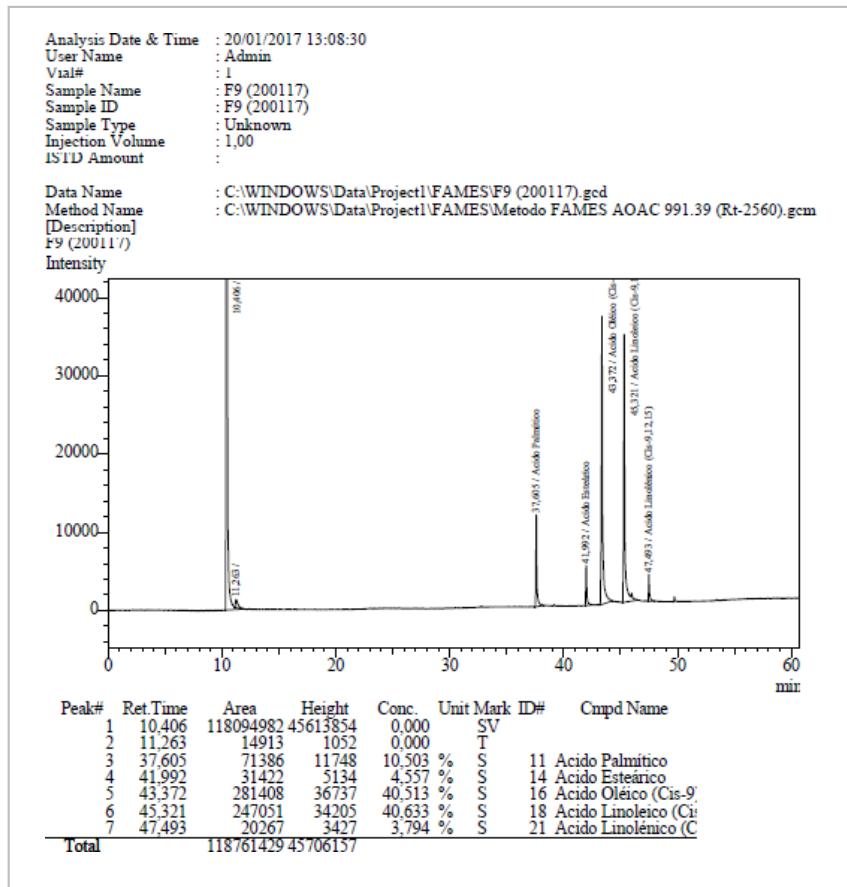
f. Cronomatograma (Rep. F7)



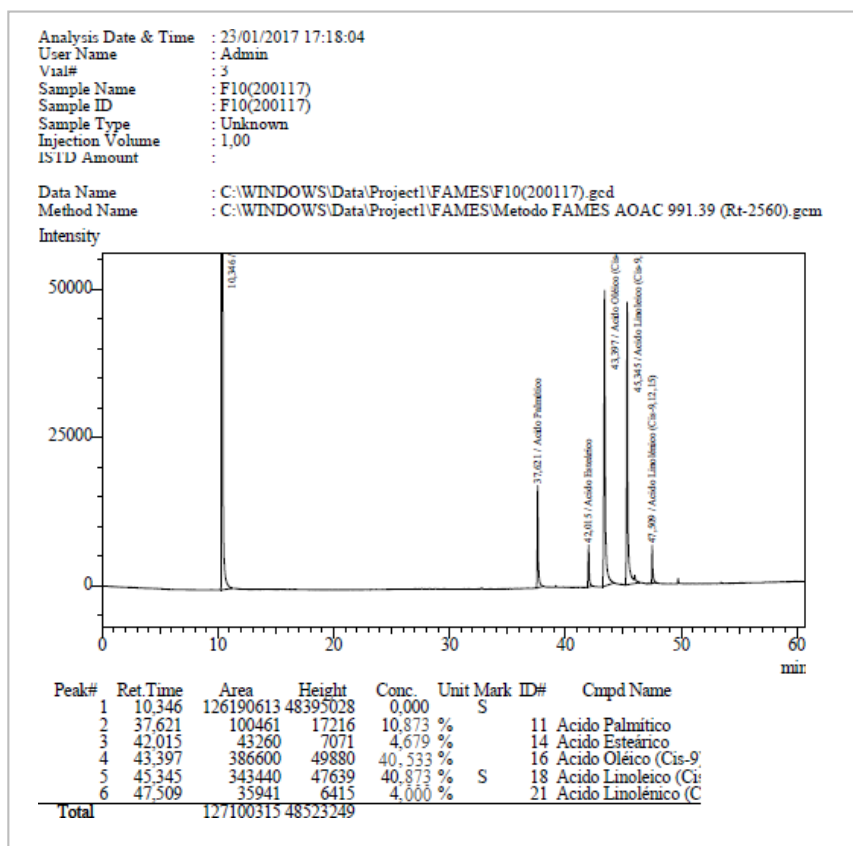
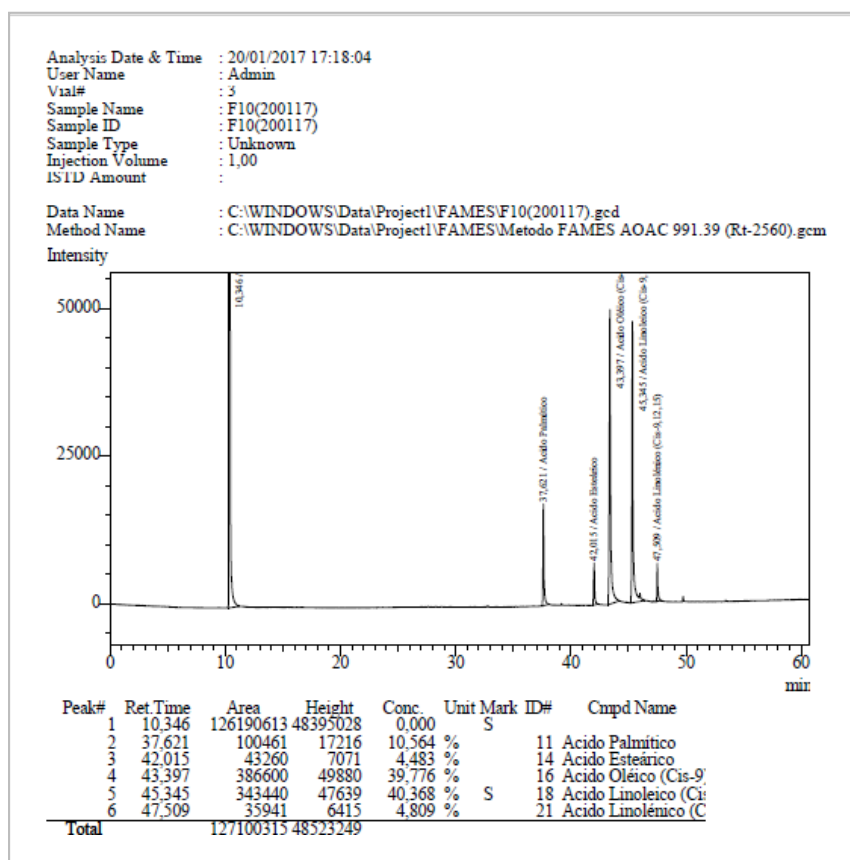
g. Cronomatograma (Rep. F8)



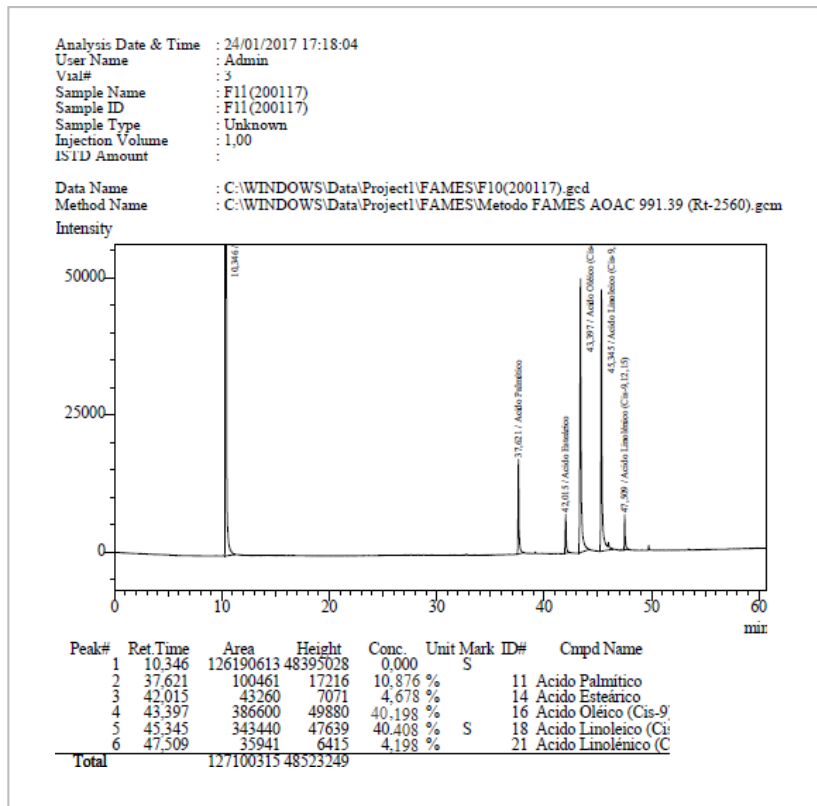
h. Cronomatograma (Rep. F9)



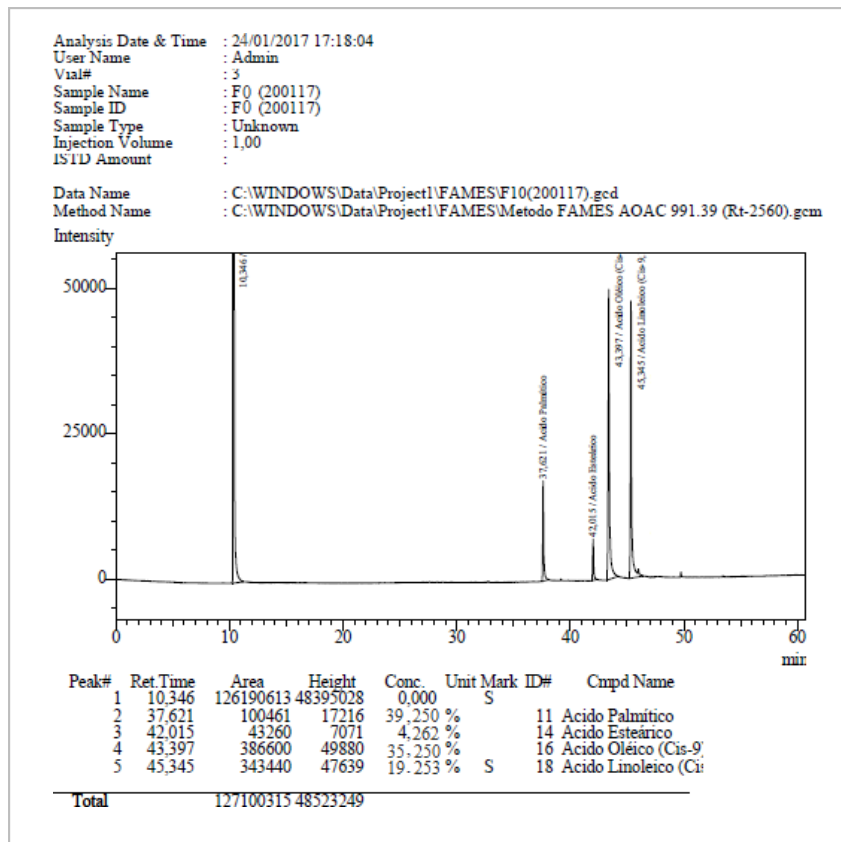
i. Cronomatograma (Rep. F10)



j. Cronomatograma (Rep. F11)



k. Cronomatograma (Rep. F0-CONTROL)



ANEXO 08

OPTIMIZACION DE GALLETAS CON ACEITE DE TARWI Y CHIA (FORMULACION OPTIMA) – METODO DE PONDERACIÓN DE FACTORES

PARAMETRO	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Ácido linoleico (omega 6)										12	
Ácido linolenico (omega 3)					16						
Textura: Dureza				10							
Textura: fracturabilidad				7							
Color: luminosidad			8								
Color: cromacidad			5								
Color: ángulo de tono	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Color superficie									7		
Intensidad de olor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dureza incisivos			6								
Dureza dedo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceitocidad				10							
Sabor			10								
TOTAL			29	27	16				7	12	

PARAMETRO	PESO %
Ácido linolenico (omega 3)	16
Ácido linoleico (omega 6)	12
Sabor	10
Textura: Dureza	10
Color: luminosidad	8
Color superficie	7
Textura: fracturabilidad	7
Dureza incisivos	6
Dureza dedo	6
Color: cromacidad	5
Aceitocidad	5
Intensidad de olor	4
Color: ángulo de tono	4

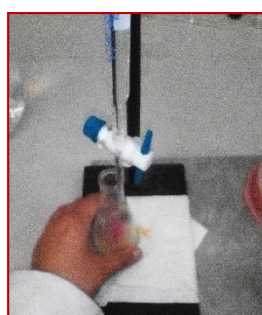
ANEXO 09

FOTOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS A LAS GALLETAS OPTIMAS EN 30 DIAS DE ALMACENAMIENTO

• Análisis de Índice de peróxido



• Análisis de acidez titulable



• Análisis sensorial (Sabor e Intención de compra)

FECHAS	EVALUACION	MUESTRAS	PANELISTAS										PROM	SI	NO
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
12/12/16	SABOR	F3	6	7	7	7	6	6	6	6	7	6	6.589		
		CONTROL	6	5	3	6	6	5	5	7	5	6	6.956		
	INTENCION DE COMPRA	F3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI		10	0
		CONTROL	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI		10	0
16/12/16	SABOR	F3	6	6	6	6	5	6	4	6	6	5	6.44		
		CONTROL	5	5	5	6	6	5	4	5	7	5	5.33		
	INTENCION DE COMPRA	F3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI		9	1
		CONTROL	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI		9	1
20/12/16	SABOR	F3	6	6	5	5	6	7	3	6	5	5	5.625		
		CONTROL	4	5	6	5	5	5	4	5	5	5	5.375		
	INTENCION DE COMPRA	F3	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI		8	2
		CONTROL	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI		9	1
26/12/16	SABOR	F3	5	3	5	7	6	6	4	5	5	5	5.33		
		CONTROL	5	5	5	6	5	4	3	6	5	5	4.83		
	INTENCION DE COMPRA	F3	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI		6	4
		CONTROL	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO		7	3
30/12/16	SABOR	F3	5	4	5	5	5	5	2	4	6	5	5.11		
		CONTROL	6	4	4	6	3	5	3	5	4	6	4.880		
	INTENCION DE COMPRA	F3	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI		6	4
		CONTROL	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO		7	3
04/01/17	SABOR	F3	5	4	5	5	5	5	2	4	6	5	4.556		
		CONTROL	6	3	4	6	3	4	2	6	6	5	4.440		
	INTENCION DE COMPRA	F3	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI		4	6
		CONTROL	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO		6	4
09/01/17	SABOR	F3	2	4	4	5	3	6	1	6	6	5	4.1		
		CONTROL	3	4	5	3	4	5	2	4	5	4	4.0		
	INTENCION DE COMPRA	F3	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO		4	6
		CONTROL	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI		5	5

ANEXO 10

ANALISIS MICROBIOLÓGICO 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.



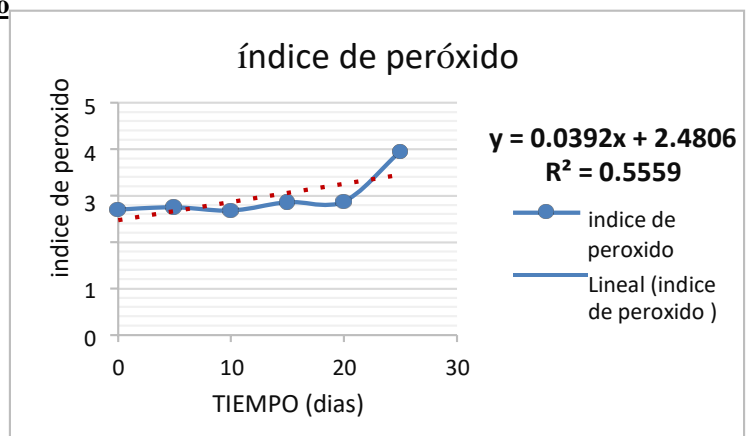


ANEXO 11

a- EVALUACION DE LA VIDA UTIL A LA FORMULACION OPTIMA

Vida Útil con índice de peróxido

Tiempo (días)	Índice de peróxido
0	7.700
5	2.750
10	2.678
15	2.859
20	2.875
25	3.960
30	3.568



límite de confiabilidad = 5mg/Kg

(RM.1020-2010 / Minsa ; (INDECOPI 1992)

Ecuación completa = $Y = 0.0392x + 2.4806$

R² = 0.5559

→ (hemos ajustado la ecuación por tener bajo coeficiente de determinación)

x	y
0	2.700
5	2.750
25	3.960

Ecuación ajustada:

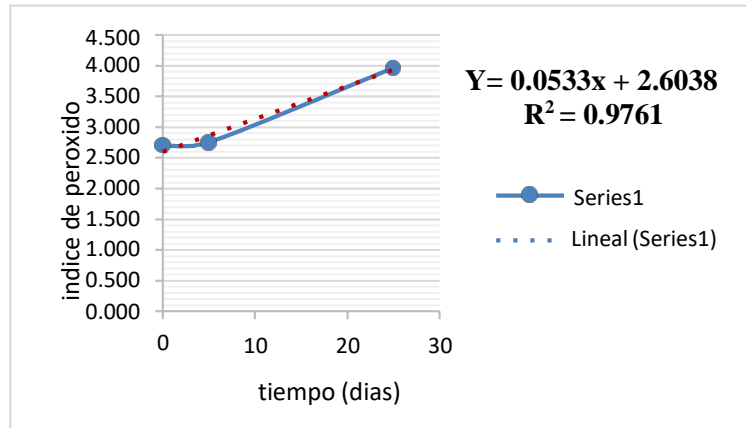
$$Y = 0.0533x + 2.6038$$

Pendiente = 0.0533

Intercepto = 2.6038

Y = 5 (límite de confiabilidad)

Vida útil (x) = 44.956 días



Vida Útil con % acides

tiempo (días)	% acides
0	0.06
5	0.065
20	0.079
30	0.099

Límite de confiabilidad: 0.10%

RM° 1020-2010/MINSA

Ecuación ajustada:

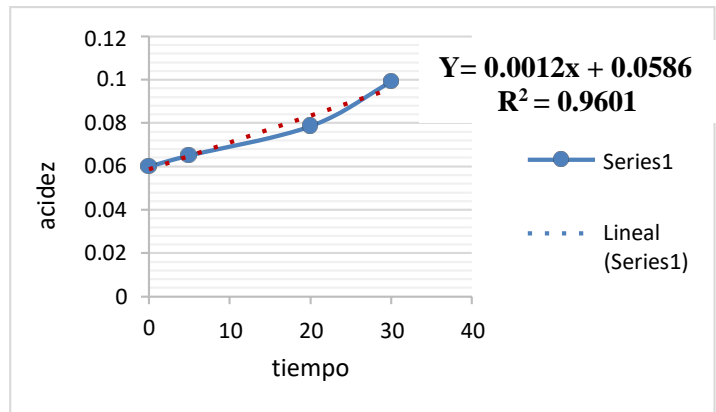
$$Y = 0.0012x + 0.0586$$

Pendiente = 0.0012

Intercepto = 0.0586

Y = 0.1 (límite de confiabilidad)

Vida útil (x) = 34.5 días



Hemos realizado un promedio final de vida útil teniendo así 40 días de vida en anaquel para las galletas cookie.


ANEXO12

CARACTERIZACION QUIMICO PROXIMAL A LA MEJOR FORMULACION

a. Análisis de fibra

Muestra	Crisol	Crisol + Muestra	R1	Crisol	Muestra	Crisol+ Muestra	Ceniza	Muestra	Fibra Dietética	Insoluble
Control	30.2588	31.6984	1.4396	48.1103	0.6401	48.2044	0.0941	1.0348	1.3003	0.1650
Control	30.1932	31.9555	1.7623	38.2560	0.6881	38.8698	0.6138	1.0117	1.1352	
F3	30.1345	35.7842	5.6497	38.2470	0.6153	38.6798	0.4328	1.0064	5.1837	0.0870
F3	29.0209	34.2714	5.2505	28.4385	0.5513	28.5678	0.1293	1.0048	5.0967	

b. Análisis de proteína

 **CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**
“COLECBI” S.A.C.
REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 20170131-014

SOLICITADO POR : MAYRA AZORZA RICHATE.
DIRECCIÓN : Urb. Nicolas de Garatea Mz 102 Lt 35 Nuevo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : GALLETAS
CANTIDAD DE MUESTRA : 02 muestras x 200g
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-01-31
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-01-31
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-01-31
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CODIGO COLECBI : SS 170131-006

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA	
	F3	CONTROL
Proteínas (%) Factor 6,25	7,80	1,55


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

NOTA :

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

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Enero 31 del 2017.
D.V.Y/mms

Denis M. Vargas Yepiz
Jefe de Laboratorio
Físico Químico
COLECBI S.A.C.



LC-MP-HRIE
Rev. 04
Fecha 2015-11-30

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

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

ANEXO 13

8.1. MUESTRAS DE FORMULACIONES PARA EVALUACIÓN SENSORIAL

